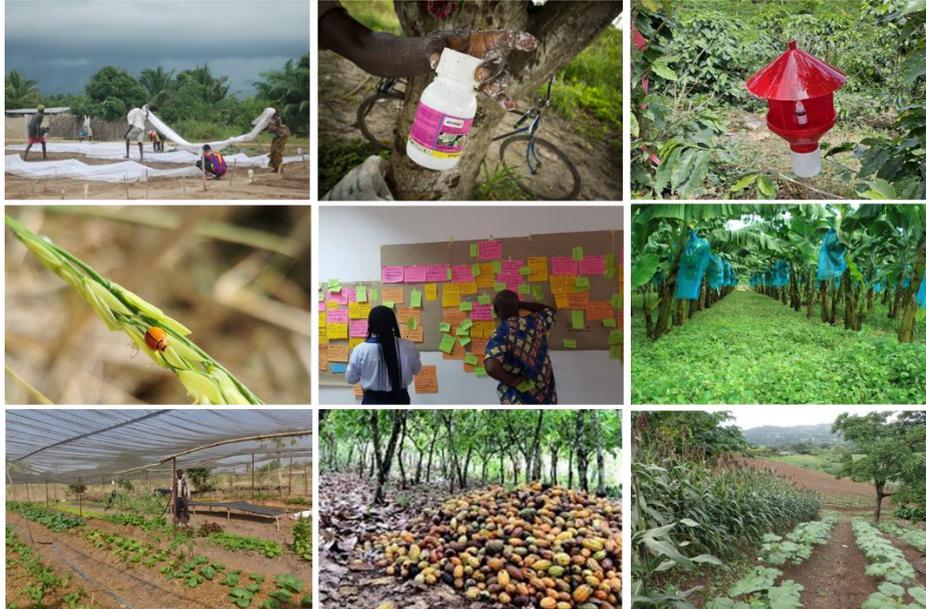




Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

RAPPORT FINAL 2023 - 2024



RÉSUMÉ

Sous l'effet des changements globaux, des enjeux d'accroissements et sécurisation de la production agricole et alimentaire, de l'industrialisation des pratiques agronomiques, de la raréfaction de la main d'œuvre agricole et d'une attente des travailleurs agricoles concernant la réduction de la pénibilité du travail, l'utilisation des pesticides de synthèse (incluant les herbicides) est en forte augmentation depuis les années 2000 dans les agricultures tropicales et intertropicales. Ce contexte accentue les impacts délétères de l'utilisation des pesticides sur la santé humaine (agriculteurs, ouvriers agricoles, communautés environnantes et consommateurs, ...), la biodiversité et la santé des écosystèmes.

L'initiative Pretag (***Pesticide Reduction for Tropical Agricultures***), conduite de novembre 2023 à décembre 2024, visait trois principaux objectifs :

- Dresser un état des lieux des usages de pesticides dans cinq filières tropicales (banane, cacao, café, maraîchage périurbain, riz), des alternatives possibles à ces usages, ainsi que des verrous et leviers organisationnels et politiques pour le développement de ces alternatives, en analysant les cadres de contraintes des agriculteurs et des acteurs du changement.
- Constituer une communauté multi-acteurs de recherche et d'enseignement supérieur Nord-Sud œuvrant pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures tropicales.
- Construire les fondations d'une initiative internationale visant la réduction de l'usage des pesticides dans les agricultures du Sud.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette initiative concernent cinq principales thématiques :

- **Les usages de pesticides de synthèse dans 5 filières tropicales et risques liés à ces usages** ; Pretag montre que 92 substances actives sont utilisées dans les 5 filières, avec près de 40 % de ces substances pouvant être considérées comme préoccupantes en termes de santé et/ou de risques environnementaux, au regard de 5 indicateurs combinés permettant de caractériser ces risques.
- **Les leviers techniques pour développer des alternatives à l'usage des pesticides** ; Pretag a documenté 20 leviers qui, en combinaison, permettent de définir une stratégie technique générique pour la réduction des pesticides, basée sur les principes de santé des plantes et de l'agrosystème et ceux de l'agroécologie.
- **Les verrous et leviers organisationnels et institutionnels pour la réduction de l'usage des pesticides** ; Pretag souligne la structure multi-niveaux (macro-institutionnelle, méso-économique et micro-économique) des trajectoires qui structurent les processus d'innovations de régulation d'usage de pesticides, la nature des verrous institutionnels et organisationnels dans les politiques publiques (normes, réglementation, subventions, taxes, certifications, formation) pour la mise en œuvre d'alternatives technologiques de réduction des usages de pesticides, les leviers en terme de production de connaissances pour les politiques publiques, d'investissements et d'orientations dans la recherche agronomique.
- **Les plateformes multi-acteurs et leur accompagnement en appui au déploiement de stratégies opérationnelles pour la réduction de l'usage des pesticides** ; Pretag a accompagné 5 collectifs d'acteurs et propose un retour d'expérience de cet accompagnement sous forme d'identification des étapes clés à franchir pour opérationnaliser la réduction de l'usage des pesticides dans le cadre d'une action collective.
- **Une proposition d'une stratégie et d'un plaidoyer pour la suite de Pretag** ; Pretag, avec l'appui d'un Comité Consultatif multi-acteurs spécialement mis en place dans le cadre de

l'initiative, propose un document de vision stratégique (plaidoyer) pour accompagner la transition, basé sur :

i) la reconnaissance et la prise en compte des cadres de contraintes des agricultures et décideurs du Sud ;

ii) le développement de plateformes collaboratives de type living lab, réunissant l'ensemble des parties prenantes du changement (de l'amont à l'aval de la filière, en passant par les décideurs publics et la recherche) pour élaborer de façon participative des trajectoires communes de progrès.

En conclusion de l'étude, un plaidoyer et cadre conceptuel définissant les axes de travail possibles d'une future initiative internationale pour la réduction de l'usage des pesticides de synthèse dans les agricultures du Sud est proposé.

SUMMARY

Under the effect of global changes, challenges related to increasing and securing agricultural and food production, the industrialization of agronomic practices, the dwindling availability of agricultural labor, and the expectations of agricultural workers regarding the reduction of arduous working conditions, the use of synthetic pesticides (including herbicides) has been increasing sharply since the 2000s in tropical and intertropical agricultures. This context exacerbates the harmful impacts of pesticide use on human health (farmers, agricultural workers, surrounding communities, and consumers), biodiversity, and ecosystem health.

The PRETAG initiative (***Pesticide Reduction for Tropical Agricultures***), conducted from November 2023 to December 2024, aimed to achieve three main objectives:

- Conduct an assessment of pesticide use in five tropical value chains (banana, cocoa, coffee, peri-urban vegetable farming, rice), the possible alternatives to these uses, as well as the organizational and policy barriers and enablers for the development of these alternatives, while analyzing the constraints faced by farmers and agents of change.
- Build a multi-stakeholder community of research and higher education actors from the Global North and South, working toward reducing pesticide use in tropical agricultures.
- Lay the foundations for an international initiative aimed at reducing pesticide use in agricultures of the Global South.

The results obtained within this initiative are structured around five key themes:

- **The use of synthetic pesticides in five tropical agricultural sectors and the associated risks:** PRETAG shows that 92 active substances are used in these five sectors, with nearly 40% of them considered concerning in terms of health and/or environmental risks, based on five combined indicators used to assess these risks.
- **Technical levers for developing alternatives to pesticide use:** PRETAG has documented 20 levers that, when combined, enable the definition of a generic technical strategy for pesticide reduction, based on the principles of plant and agroecosystem health as well as those of agroecology.
- **Organizational and institutional locks and levers for reducing pesticide use:** Pretag highlights the multi-level structure—macro-institutional, meso-economic, and micro-economic—that shapes innovation trajectories in pesticide use regulation. It examines the institutional and organizational barriers embedded in public policies, including standards, regulations, subsidies, taxes, certifications, and training, which influence the implementation of technological alternatives for pesticide reduction. Additionally, it identifies key levers for knowledge production to support public policies, guide investments, and shape agronomic research priorities.
- **Multi-stakeholder platforms and their role in supporting the implementation of operational strategies for pesticide reduction:** PRETAG has supported five actor collectives and provides feedback on this experience by identifying key steps to be taken to operationalize pesticide reduction within a collective action framework.
- **A proposal for a strategy and advocacy plan for the future of PRETAG:** With the support of a specially established multi-stakeholder Advisory Committee, PRETAG proposes a strategic vision document (advocacy) to support the transition, based on:
 - Recognition and consideration of the structural constraints faced by farming systems and decision-makers in the Global South.

- The development of collaborative platforms, such as living labs, bringing together all stakeholders involved in change (from upstream to downstream in the agricultural value chain, including policymakers and researchers) to collaboratively design shared progress trajectories.

In conclusion, the study presents an advocacy document and conceptual framework outlining possible areas of work for a future international initiative aimed at reducing synthetic pesticide use in the agricultures of the Global South.

AVANT-PROPOS

L'initiative Pretag (***Pesticide Reduction for Tropical Agricultures***), conduite de novembre 2023 à décembre 2024, visait trois principaux objectifs :

- Dresser un état des lieux des usages de pesticides dans cinq filières tropicales (banane, cacao, café, maraîchage périurbain, riz), des alternatives possibles à ces usages, ainsi que des verrous et leviers organisationnels et politiques pour le développement de ces alternatives, en analysant les cadres de contraintes des agriculteurs et des acteurs du changement.
- Constituer une communauté multi-acteurs de recherche et d'enseignement supérieur Nord-Sud œuvrant pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures tropicales.
- Construire les fondations d'une initiative internationale visant la réduction de l'usage des pesticides dans les agricultures du Sud.

Ce rapport final rassemble les résultats obtenus dans le cadre de Pretag. Le document est organisé en cinq chapitres correspondant aux cinq actions (workpackages) du projet :

- Les usages de pesticides de synthèse dans cinq filières tropicales et les risques associés ;
- Les leviers techniques pour développer des alternatives à l'usage des pesticides ;
- Les verrous et leviers organisationnels et institutionnels pour réduire l'usage des pesticides ;
- Les plateformes multi-acteurs et leur accompagnement dans le déploiement de stratégies opérationnelles pour réduire l'usage des pesticides ;
- Une proposition de stratégie et de plaidoyer pour la suite de Pretag.

L'initiative Pretag a été conduite par un collectif de chercheur.e.s du Cirad, de l'INRAE, de l'IRD, de l'Institut Agro, du CNRS, et de centres nationaux de recherche : INH-PB, Université Félix Houphouët-Boigny, CSRS, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), IRAD, Université de Dschang (Cameroun), Ecoland et Université Royale (Cambodge). L'ensemble des contributeur.rice.s du projet remercie la Fondation Agropolis-One Science (Programme Investissements d'Avenir - ANR-10-LABX-001-01), la Fondation FARM et le Cirad, qui ont cofinancé et contribué à cette étude.

Nos remerciements vont aussi aux membres du Comité Consultatif multi-acteur externe mis en place dans le cadre de l'initiative Pretag pour aider l'équipe projet à analyser avec un regard critique les résultats des différentes actions et construire le plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud.

FOREWORD

The PRETAG initiative (***Pesticide Reduction for Tropical Agricultures***), conducted from November 2023 to December 2024, aimed to achieve three main objectives:

- Conduct an assessment of pesticide use in five tropical value chains (banana, cocoa, coffee, peri-urban vegetable farming, rice), the possible alternatives to these uses, as well as the organizational and policy barriers and enablers for the development of these alternatives, while analyzing the constraints faced by farmers and agents of change.
- Build a multi-stakeholder community of research and higher education actors from the Global North and South, working toward reducing pesticide use in tropical agricultures.
- Lay the foundations for an international initiative aimed at reducing pesticide use in agricultures of the Global South.

This final report brings together the results obtained within the framework of PRETAG. The document is organized into five chapters corresponding to the five actions (workpackages) of the project:

- The use of synthetic pesticides in five tropical value chains and the associated risks;
- Technical drivers to develop alternatives to pesticide use;
- Organizational and institutional barriers and drivers to reduce pesticide use;
- Multi-stakeholder platforms and their support in deploying operational strategies to reduce pesticide use;
- A proposal for a strategy and advocacy for the continuation of PRETAG.

The PRETAG initiative was conducted by a collective of researchers from CIRAD, INRAE, IRD, Institut Agro, CNRS, and national research centers: INH-PB, Félix Houphouët-Boigny University, CSRS, Jean Lorougnon Guédé University (Daloa, Côte d'Ivoire), IRAD, Dschang University (Cameroon), Ecoland, and Royal University (Cambodia).

The entire project team extends its gratitude to the Agropolis-One Science Foundation (Programme Investissements d'Avenir - ANR-10-LABX-001-01), the FARM Foundation, and CIRAD, which co-financed and contributed this study.

We would also like to express our gratitude to the members of the external multi-stakeholder advisory committee established as part of the PRETAG initiative. Their valuable contributions enabled the project team to critically analyze the results of the various actions and strengthen the rationale for reducing pesticide use in agricultures of the Global South.

January 2025



Principaux contributeurs à l'initiative Pretag

Coordination :

François-Xavier Côte, Fabrice Le Bellec, Thibaud Martin, Ludovic Temple, Annaïg Blouin, Denis Loeillet, Servane Baufumé, Thaura Ghneim-Herrera.

Contributors (in alphabetical order) :

P. André, E. Angbo-Kouakou, R. Babin, G. D. L. P Bayiha, B. Bertrand, K. Best, M. Bikim, F. Bourg, M. Brun, T. Brunelle, E. Bureau-Point, J. B. Cheneval, C. Cipra, E. Deletre, H. Di Roberto, S. Diabaté, A. Douillet, K. R. Fossou, L. Gnanang, L. Guerry, N. Hasnaoui Amri, B. Heuclin, S. Hou, N. Jas, C. Karailiev, A. J. K. Konan, K. Lammoglia, L. de Lapeyre, M. Le Bars, S. Lemeilleur, G. Manguèlè, L. C. Mesadiou, K. Messabieu, C. Migault, E. Ndo, L. Ngang, S. Nguon, R. Ouedraogo, S. Owoade, B. Patault, E. Raison, N. Reyes, J. M. Risède, J. B. Rogez, F. Ruf, M. Sester, D. A. Souna, T. Soyez, P. Tata Ngome, M. Ten Hoopen, M. S. Tixier, L. E. Koffi Traoré, O. Trevennec, L. Villain.





Ce rapport a été élaboré dans le cadre du projet « Pesticide Reduction for Tropical Agriculture - Pretag ». Le projet a bénéficié d'un soutien financier de la Fondation Agropolis-One Science (Programme Investissements d'Avenir - ANR-10-LABX-001-01), de la Fondation FARM, et du Cirad.

Référence à citer :

Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, 143 p. [https://doi.org/ 10.18167/agritrop/00835](https://doi.org/10.18167/agritrop/00835)



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

SOMMAIRE

Renseigner les usages de pesticides dans cinq filières tropicales et évaluer les risques liés à ces usages.....	11
Caractériser les leviers techniques permettant de développer des alternatives à l'usage des pesticides de synthèse.....	39
Caractériser les verrous et leviers organisationnels et institutionnels pour la réduction de l'usage des pesticides de synthèse	56
Les plateformes multi-acteurs et leur accompagnement en appui à la réduction de l'usage des pesticides : retour d'expérience Pretag	78
Réduction des pesticides pour les agricultures du Sud : retour d'expérience Pretag, et stratégie et plaidoyer pour la suite de l'initiative.....	113
Liste des livrables	136



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

CHAPITRE 1 : RENSEIGNER LES USAGES DE PESTICIDES DANS CINQ FILIERES TROPICALES ET EVALUER LES RISQUES LIES A CES USAGES

Référence à citer :

Le Bellec F., Le Bars M., Ouedraogo R., Lammoglia S.-K., Martin T., Babin R., Ten Hoopen M., Bertrand B., Villain L., Sester M., Linna N., Bureau-Point E., De Lapeyre L., Blouin A., Loeillet D., Côte F.X. 2025. Chapitre 1. Renseigner les usages de pesticides dans cinq filières tropicales et évaluer les risques liés à ces usages. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 11-38. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00829>.

COORDINATION ET CONTRIBUTEURS

Coordination :

Fabrice Le Bellec (fabrice.le_bellec@cirad.fr)

Contributeurs :

Indicateurs : Le Bellec Fabrice, Le Bars Marjorie, Ouedraogo Rahim, Lammoglia Sabine-Karen

Filière maraîchage : Martin Thibaud

Filière cacao : Babin Régis, ten Hoopen Martijn, Lammoglia Sabine-Karen

Filière café : Bertrand Benoit, Villain Luc

Filière riz : Sester Mathilde, Linna Ngang, Bureau-Point Eve

Filière banane : De Lapeyre Luc, Blouin Annaig, Loeillet Denis, Côte François

PRINCIPAUX OBJECTIFS

1. Connaître les usages des pesticides dans les 5 filières (banane, cacao, café, maraîchage et riz),
2. Identifier les substances actives les plus dangereuses pour la santé humaine et l'environnement,
3. Hiérarchiser les contraintes liées à l'usage des pesticides et identifier les substances à substituer.

RESUME

L'usage des pesticides s'est répandu de manière très importante avec le développement de l'agriculture intensive, tous les continents sont concernés. Selon la FAO, en 2022, près de 3.70 millions de tonnes de pesticide ont été utilisées par l'agriculture dans le monde contre moitié moins en 1990. Ces usages ne sont pas sans impacts sur l'environnement et sur la santé humaine. Par ailleurs, ces usages sont aussi nécessairement hétérogènes d'un pays à l'autre, d'une filière à l'autre. L'initiative Pretag vise à apporter des connaissances plus précises sur ces usages en réalisant un inventaire des pesticides utilisés dans cinq filières de production tropicales (banane, café, cacao, maraîchage et riz), à analyser leur utilisation et à évaluer les risques associés.

La mobilisation des résultats d'enquêtes menées dans de précédents projets ou dans certains cas de données spécialement acquises dans le cadre de Pretag dans des pays d'Amérique Latine, d'Afrique subsaharienne et du Sud Est Asiatique nous a permis d'inventorier l'utilisation de 300 produits phytopharmaceutiques lesquels sont constitués de 92 substances actives différentes. Sur la base de l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux de ces 92 substances réalisée à l'aide de cinq indicateurs (IRSA, BROWSE, ACV (Santé humaine et Environnement) et I-PHY), cette étude a permis d'identifier 39 d'entre elles comme préoccupantes. Nous avons affiné cette évaluation en confrontant les résultats de ces 5 indicateurs à ceux de 4 autres indicateurs de la base de données PPDB¹ (Human health, Ecotoxicity et Environmental fate) et le classement CMR². Au terme de cette analyse, cinq substances actives hautement préoccupantes ont été identifiées, trois insecticides : le chlorpyrifos, l'endosulfan et le terbufos ainsi que deux fongicides : le chlorothalonil et le cyproconazole. Toutes les filières étudiées sont concernées par au moins une de ces substances actives. Malgré les différences méthodologiques entre les indicateurs, on constate une convergence de classement selon la dangerosité d'un tiers des substances actives.

Différentes limites méthodologiques de cette étude sont discutées. Globalement, l'approche que nous proposons visant à combiner différents indicateurs pour évaluer les impacts sanitaires et environnementaux des pesticides permet de contrecarrer les limites de chaque indicateur pris isolément. Il est également important de considérer que la variable d'entrée des indicateurs est la substance active et ne considère pas la dangerosité des produits de dégradation de ces dernières souvent plus persistantes dans les milieux. Les indicateurs ne prennent pas en compte non plus les effets synergiques et/ou cumulatifs des substances actives ni même les effets de la formulation des pesticides et des co-formulants et/ou des adjuvants des produits commerciaux. Enfin, les scénarii d'usage choisis pour permettre les calculs de ces indicateurs se sont basés sur les conditions d'usage des bonnes pratiques phytosanitaires (applicateurs protégés, traitement au bon moment, à bonne distance d'un point d'eau...) ne reflétant très probablement pas la réalité et minimisant, de facto, les niveaux de risques que nous avons calculés.

Les suites possibles du WP1 sont ensuite abordées afin d'identifier : i) comment améliorer l'évaluation des usages des pesticides dans les filières de production tropicales pour en limiter les risques de transfert vers l'environnement, ii) comment limiter les risques pour la santé humaine en proposant notamment le développement d'un outil d'aide à la décision numérique pour permettre aux producteurs/applicateurs d'avoir accès eux-mêmes à la dangerosité des produits et iii) comment compléter l'approche par indicateurs par le déploiement d'outils d'échantillonnage à bas coûts de type EPI (échantillonneurs intégratifs passifs).

¹ <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

² Substances Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction

SUMMARY

The expansion of intensive agriculture has been accompanied by widespread pesticide use, with global consumption reaching 3.7 million tons in 2022—double the amount recorded in 1990 (FAO). This trend spans all continents and presents considerable risks to both environmental and human health. However, pesticide use varies significantly across countries and agricultural systems. The PRETAG initiative aims to address these disparities by cataloging pesticide use in five tropical production sectors (banana, coffee, cocoa, vegetables, and rice), analyzing usage patterns, and evaluating the associated risks.

Data from prior projects, along with new information collected under PRETAG in countries across Latin America, sub-Saharan Africa, and Southeast Asia, revealed the use of 300 phytopharmaceutical products comprising 92 active substances. Using five indicators (IRSA, BROWSE, LCA for Human Health and Environment, and I-PHY), 39 substances were identified as concerning. Further refinement, incorporating additional criteria from the PPDB database³ (Human Health, Ecotoxicity, and Environmental Fate) and CMR classifications⁴, highlighted five highly hazardous substances: three insecticides (chlorpyrifos, endosulfan, and terbufos) and two fungicides (chlorothalonil and cyproconazole). All sectors studied were affected by at least one of these substances. Despite methodological differences between the indicators, rankings for approximately one-third of the substances were consistent in terms of hazard level.

The study also highlights several methodological limitations. While the proposed approach of combining multiple indicators to assess the health and environmental impacts of pesticides helps address the shortcomings of individual indicators, certain challenges remain. Notably, these indicators rely on active substances as input variables, failing to account for the toxicity of degradation products, which are often more persistent in the environment. Additionally, they do not consider the synergistic or cumulative effects of active substances, nor the impacts of pesticide formulations, co-formulants, or adjuvants in commercial products. Furthermore, the usage scenarios underlying these calculations assume optimal phytosanitary practices (e.g., use of protective equipment, precise application timing, and appropriate distance from water sources). These assumptions may not align with real-world practices, likely leading to an underestimation of the actual risk levels.

Finally, the next steps for WP1 are outlined, focusing on: i) improving the evaluation of pesticide use in tropical production sectors to reduce the risk of environmental transfer, ii) minimizing risks to human health by developing a digital decision-support tool to provide producers and applicators with direct access to product hazard information, and iii) complementing the indicator-based approach with the deployment of low-cost sampling tools such as passive integrative samplers (PIS).

³ <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

⁴ Carcinogenic, Mutagenic, and Reproductive Toxic Substances

INTRODUCTION

L'usage des produits phytopharmaceutiques (nommés « pesticides » dans la suite du rapport) s'est répandu de manière très importante avec le développement de l'agriculture intensive, mais aussi dans le cadre de la lutte antivectorielle. Si tous les continents sont concernés, les dynamiques d'usage des pesticides sont très différentes d'une région à l'autre du monde. Selon la FAO⁵, les usages ont, entre les années 1990 et 2022, notablement augmentés en Amérique du Sud et Centrale, en Afrique et en Océanie (entre 40 et 120 %), et dans une moindre mesure en Asie, en Amérique du Nord et en Europe. En 2022, près de 3.70 millions de tonnes de pesticide ont été utilisées par l'agriculture dans le monde contre moitié moins en 1990. La pression d'usage de ces pesticides (kg par hectare) varie d'un continent à l'autre, l'Afrique a la plus faible pression (moins d'1kg/ha) – même si elle est en progression régulière depuis 10 ans (+68 %) - tandis qu'en Amérique les quantités ont quasiment triplé sur la période 1990-2022 dépassant les 5 kg/ha (rapport « Pesticides use and trade » 1990-2022 de la FAO³). Ces statistiques illustrent l'ampleur de l'usage des pesticides à travers le monde et dans les filières de production. Cependant, les situations d'usage sont nécessairement hétérogènes d'un pays à l'autre, d'une filière à l'autre. L'initiative Pretag vise à apporter des connaissances plus précises de ces usages. L'utilisation des pesticides dans les contextes tropicaux revêt certaines spécificités. Tout d'abord le développement de bioagresseurs y est important, principalement du fait de la richesse des interactions biotiques en milieu tropical, mais aussi de la présence de conditions climatiques favorables au développement des bioagresseurs toute l'année, conditions exacerbées par les effets du changement climatique. Par ailleurs, la législation sur les pesticides dans les Pays En Développement (PED) est généralement moins contraignante et favorise l'emploi de produits génériques peu chers permettant d'augmenter la productivité des exploitations agricoles à bas prix. Leur composition et leurs usages sont souvent mal connus, et font l'objet d'importants écarts vis-à-vis de la réglementation. Ce contexte aggrave les conséquences négatives des usages des pesticides dans les PED en termes de santé humaine (agriculteurs, riverains et consommateurs), de réduction de la biodiversité et d'apparition de résistances aux pesticides chez les bioagresseurs. Malgré la volonté des acteurs des filières alimentaires dans les PED de s'engager dans des transitions agroécologiques, le recours aux pesticides entraîne des pollutions des différents compartiments environnementaux (eaux de surface, eaux souterraines, air, sol) et menace la santé des populations et du monde animal sur le court et long terme. Face à ces enjeux, il est important de quantifier les risques de ces usages. Des indicateurs existent au niveau national, européen et international permettant d'évaluer ces risques mais les critères sont nombreux et souvent difficiles à utiliser dans les PED où les données sont quasi inexistantes ou peu structurées. Les objectifs du WP1 de l'initiative Pretag ont été d'établir les usages des pesticides dans les 5 filières (banane, cacao, café, maraîchage et riz), d'identifier à l'aide d'indicateurs les substances actives les plus dangereuses pour la santé humaine et l'environnement en tenant compte des caractéristiques des pesticides et de leurs recommandations d'utilisation, de hiérarchiser les contraintes liées à l'usage des pesticides et identifier les substances à substituer et de réunir ces informations dans une base de données.

⁵ <https://openknowledge.fao.org/items/262b96c8-eef0-4810-9c23-d8639a5dbf1b>

1. Développement d'une base de connaissances des usages des pesticides dans les filières

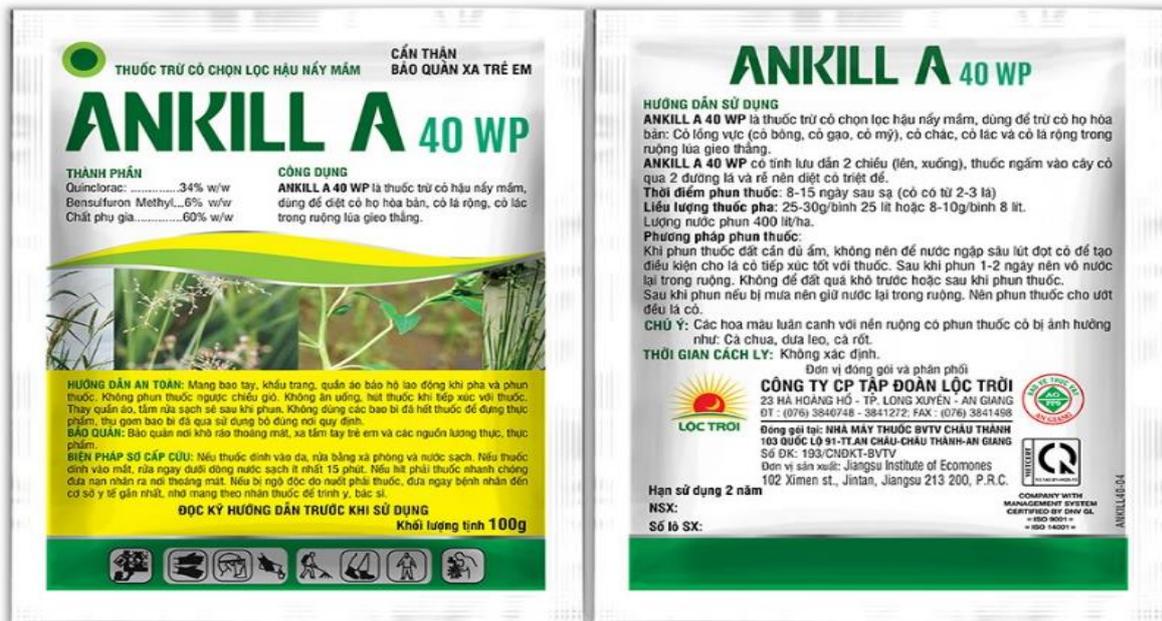
Une base de données des principaux usages des pesticides pour les 5 filières étudiées de 11 pays d'Afrique, d'Amérique Centrale et du Sud, de la Caraïbe et d'Asie du Sud Est a été élaborée. Le recueil de ces connaissances a été permis en mobilisant des données d'enquête auprès de producteurs de ces territoires et dans le cadre de projets ou de partenariats préexistants et de données spécifiquement acquises dans le cadre du projet dans le cas de la filière riz. Le **tableau 1** ci-dessous détaille l'origine de ces données d'usage des pesticides pour les 5 filières.

Tableau 1 : Origine des données sur l'usage des pesticides dans les 5 filières.

Filière	Pays	Année	Nbre jeu de données	Nbre de producteurs	Type de collecte	Projet associé
Banane	Amérique Latine, Caraïbe, Afrique.	2020-2024	>15	Confidentiel	Suivi annuel, cahier de suivi des traitements	Contrats privés
Cacao	Côte d'Ivoire	2017-2023	3	354	Enquêtes semi-directives	Cocoa4Future (UE)
Café	Brésil, Mexique, Nicaragua, Vietnam	2020-2023	7	130	Enquêtes semi-directives	ECOFFEE
Maraîchage	Côte d'Ivoire	2018-2023	1	100	Enquêtes semi-directives	MARIGO (UE)
Riz	Cambodge	2019-2023	2	221	Suivi annuel, tous les 15-30 j ou Enquêtes semi-directives	Wat-health (FSPI) Fond. de France PRETAG 23-24

Les données sont issues soit de l'analyse de cahiers de traitement des exploitations lorsqu'ils existent soit d'un relevé réalisé à partir des emballages vides, soit du discours des producteurs lors d'enquêtes semi-directives. Les données de base collectées se résument en général au nom du produit commercial utilisé, sa dose d'usage et sa fréquence d'utilisation. Selon les filières, la donnée acquise avec certitude est celle du produit commercial (photo de l'emballage à l'appui, **figure 1**), la dose et la fréquence sont plus rares sauf dans le cas des suivis réguliers (suivi annuel par exemple nombre de producteurs) ou de filières pour lesquelles les emplois de pesticides sont encadrés par des services techniques.

Figure 1 : Exemple d'emballage d'un produit commercial : Ankill A 40 WP, composé de quinclorac et de bensulfuron-méthyl, un herbicide utilisé en riziculture.



L'analyse des données contenues sur les emballages permet d'extraire la ou les substances actives (s.a.) composant le produit commercial, la concentration de ces substances dans le produit, la formulation du produit, et la ou les doses préconisées en fonction de la culture concernée.

Ce sont ces données que nous avons compilées dans notre base de connaissance des usages des pesticides des 5 filières. Les données relatives aux fréquences d'utilisation, aux méthodes d'application et aux bioagresseurs visés par l'utilisation du produit n'étant pas suffisamment précises pour la plupart des filières, nous ne les avons pas retenues pour la suite de l'étude. Les enquêtes ont permis de répertorier 300 produits commerciaux différents utilisés par les producteurs desquels nous avons extrait les substances actives (s.a.). Nous n'avons pas considéré les molluscicides et les bactéricides, par manque de données les concernant ou par inaptitude de certains modèles à les considérer. Au total ce sont donc 92 s.a. qui, d'après nos recensements, sont utilisées dans les filières étudiées. Les **tableaux 2** et **2 bis** présentent ces s.a. ainsi que le type d'usage associé ; sont dénombrés : 38 fongicides, 37 insecticides et 17 herbicides. La filière banane utilise 36 de ces s.a. (en grande majorité des fongicides), la filière cacao 24 (en majorité des insecticides), la filière café 9 (autant d'insecticides que de fongicides), la filière maraîchage 27 (autant d'insecticides que de fongicides) et la filière riz 36 (avec notamment 14 herbicides différents sur les 17 répertoriés mais aussi 11 insecticides). Seulement 4 s.a. sont communément utilisées par les 5 filières étudiées, il s'agit du chlorpyrifos, de l'imidaclopride, du thiamethoxam, trois insecticides à large spectre et du glyphosate, un herbicide non sélectif des adventices. La grande majorité des autres s.a. (69) n'est utilisée que par une seule filière.

Tableau 2 : Liste des substances actives entrant dans la composition des produits commerciaux utilisés dans les 5 filières ; types d'usage associés (herbicide, fongicide ou insecticide/acaricide) ; UE : substances autorisées dans l'UE et classement CMR (cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction).

Substance active	Type	Filières	UE	CMR
2,4 D	herbicide	rice	oui	CMR1
abamectine	insecticide	rice, vegetable	oui	CMR2
acephate	insecticide	cocoa, rice, vegetable	non	
acetamiprid	insecticide	rice	oui	CMR2
alpha-cypermethrin	insecticide	vegetable	non	
azoxystrobin	fongicide	coffee, vegetable, banana	oui	
benalaxyl	fongicide	cocoa	oui	
benomyl	fongicide	cocoa	non	CMR1
bensulfuron methyl	herbicide	rice	oui	
bentazone	herbicide	rice	oui	CMR2
bifenthrin	insecticide	banana, cocoa, vegetable	non	CMR2
bispyribac	herbicide	rice	non	
boscalid	fongicide	banana	oui	
butachlor	herbicide	rice	non	
carbendazim	fongicide	rice, vegetable	non	CMR1
cartap	insecticide	cocoa	non	
chlorantraniliprole	insecticide	rice, vegetable	oui	
chlorothalonil	fongicide	banana, vegetable	non	CMR2
chlorpyrifos	insecticide	banana, cocoa, coffee, rice,	non	
copper oxychloride	fongicide	cocoa, vegetable	oui	
cyhalofop-butyl	herbicide	rice	oui	
cypermethrin	insecticide	cocoa, rice, vegetable	oui	
cyproconazole	fongicide	coffee	non	CMR1
deltamethrin	insecticide	cocoa, vegetable, banana	oui	
diazinon	insecticide	cocoa	non	
diethofencarb	fongicide	banana	non	
difenoconazole	fongicide	banana, vegetable	oui	CMR2
dimethoate	insecticide	cocoa	non	
dimethomorph	fongicide	cocoa	oui	CMR1
diuron	herbicide	banana	non	CMR1
dodine	fongicide	banana	oui	
emamectin benzoate	insecticide	rice, vegetable	oui	
endosulfan	insecticide	cocoa	non	
epoxiconazole	fongicide	banana, coffee	non	CMR1
ethoxysulfuron	herbicide	rice	non	
fenobucarb	insecticide	cocoa, rice	non	
fenoxanil	fongicide	rice	non	
fenoxaprop-P-Ethyl	herbicide	rice	oui	
fenpicoxamid	fongicide	banana	oui	
fenpropathrin	insecticide	rice	non	
fenpropidin	fongicide	banana	oui	
fenpropimorph	fongicide	banana	non	CMR2
fipronil	insecticide	Rice, banana	non	
florpyrauxifen-benzyl	herbicide	rice	oui	

flubendiamide	insecticide	vegetable	oui
fluopyram	insecticide	banana	oui

Tableau 2bis : Suite de la liste des substances actives entrant dans la composition des produits commerciaux utilisés dans les 5 filières ; types d'usage associés (herbicide, fongicide ou insecticide/acaricide) ; UE : substances autorisées dans l'UE et classement CMR (substances Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction).

Substance active	Type	Filières	UE	CMR
flupyradifurone	insecticide	cocoa	oui	
flutriafol	fongicide	Coffee, banana	non	
fluxapyroxad	fongicide	banana	oui	
fosetyl	fongicide	vegetable	oui	
fosthiazate	insecticide	banana	oui	
gluphosinate	herbicide	banana	non	
glyphosate	herbicide	banana, cocoa, coffee, rice,	oui	
hexaconazole	fongicide	rice	non	
imidacloprid	insecticide	banana, cocoa, coffee, rice,	non	
indoxacarbe	insecticide	vegetable	non	
isoprocarb	insecticide	rice	non	
isoprothiolane	fongicide	rice	non	
isopyrazam	fongicide	banana	non	CMR1
lambda-cyhalothrin	insecticide	cocoa, vegetable, banana	oui	
malathion	insecticide	cocoa, rice	oui	
mancozeb	fongicide	banana, cocoa, vegetable	non	CMR1
maneb	fongicide	cocoa, vegetable	non	CMR2
metalaxyl	fongicide	cocoa	oui	
metiram	fongicide	banana	oui	
niclosamide	insecticide	rice	non	
oxamyl	Insecticide,	banana	non	
paraquat	herbicide	banana	non	
parathion-methyl	insecticide	cocoa	non	
penoxulam	herbicide	rice	oui	
pretilachlor	herbicide	rice	non	
profenofos	insecticide	vegetable	non	
propanil	herbicide	rice	non	
propiconazole	fongicide	banana	non	CMR1
pymetrozine	insecticide	rice	non	CMR2
pyraclostrobin	fongicide	banana, coffee, rice	oui	
pyrimethanil	fongicide	banana	oui	
quinclorac	herbicide	rice	non	
spirotetramat	insecticide	Vegetable, banana	non	CMR2
spiroxamine	fongicide	banana	oui	CMR2
tebuconazole	fongicide	banana	oui	CMR2
teflubenzuron	insecticide	vegetable	non	
terbufos	insecticide	banana	non	
thiacloprid	insecticide	vegetable	non	CMR1
thiamethoxam	insecticide	banana, cocoa, coffee, rice,	non	CMR2
thiophanate methyl	fongicide	banana	non	CMR2
thiram	fongicide	banana	non	

triadimenol	fongicide	banana	non
tricyclazole	fongicide	rice	non
tridemorph	fongicide	banana	non
trifloxystrobin	fongicide	banana	oui
zoxamide	insecticide	banana	oui

Sur ces 92 s.a., 52 ne sont plus autorisées en Europe (56 %) ⁶, 25 sont classées comme des Substances Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction (CMR), et plus précisément 11 s.a. sont classées CMR1 ⁷ et 14 en CMR2 ⁸. Sur les 40 s.a. encore autorisées en Europe, 9 sont classées CMR dont 2 CMR1 et 7 CMR2 (voir **tableau 2 et 2bis**).

2. Choix et présentation des indicateurs pour l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux

Cinq indicateurs ont permis d'évaluer les risques des substances actives (s.a.) contenues dans les pesticides répertoriés i) 3 indicateurs évaluant les risques pour la santé humaine et ii) 2 indicateurs sur les risques de transfert et les impacts sur les écosystèmes. Ces indicateurs ont été choisis pour leur complémentarité dans l'évaluation.

1.1. IRSA : INDICATEUR DE RISQUE POUR LA SANTE APPLICATEURS

L'Indicateur de Risque pour la Santé Appicateurs (IRSA) permet d'évaluer le risque potentiel d'une matière active contenue dans une préparation commerciale donnée et selon son utilisation ⁹. Cet indicateur tient compte des principaux critères de toxicité aiguë et de toxicité chronique des matières actives ainsi que du potentiel de bioaccumulation dans l'organisme humain. Une matière active n'a pas nécessairement le même IRSA d'une préparation commerciale à une autre. Le calcul de l'indice de risque pour la santé tient compte aussi de certaines particularités des préparations commerciales (type de formulation : concentré soluble, granulés à disperser dans l'eau...) et des concentrations des matières actives dans les produits commerciaux. L'IRSA dépend donc de deux facteurs : (i) un facteur lié aux propriétés physicochimiques des matières actives (IRT) et (ii) un facteur lié au produit commercial et aux techniques d'applications. L'IRT tient compte de : (i) la toxicité aiguë qui correspond à ce qui est perçu directement par l'Homme lors de l'application des pesticides. Elle est déterminée selon les 6 critères suivants : Toxicité orale (en fonction de la DL50), toxicité cutanée (en fonction de la DL50), toxicité inhalation (en fonction de la CL50), irritation cutanée, irritation oculaire

⁶ <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

⁷ Substances dont le potentiel cancérigène, mutagène ou reprotoxique pour l'être humain est avéré ou supposé.

⁸ Substances dont le potentiel cancérigène, mutagène ou reprotoxique pour l'être humain est suspecté.

⁹ Le Bars M., Maïga A., Sacko M., Koïta O. (2022) Pesticide contamination of water used for urban market gardening in Bamako (Mali). *Current Research in Environmental Sustainability*.

Le Bars M, Sissako A, de Montgolfier A, Sidibe Y, Diarra A, Sagara A, Koïta O. (2022). Usage des pesticides et impacts sur la santé des applicateurs en zone cotonnière du Mali. *Cah. Agric.* 31: 24.

Mghirbi O., Ellefi K., Le Grusse Ph., Mandart E., Fabre J., Ayadi H., Bord., Jp. (2014) « Assessing Plant Protection Practices Using Pressure Indicator And Toxicity Risk Indicators: Analysis Of The relationship Between These Indicators For Improved Risk Management, Application In Viticulture » *Environmental Science And Pollution Research* 22(11):8058 - 8074

et de sensibilisation ; (ii) la toxicité chronique qui correspond aux risques sur le long terme suite à l'application de pesticides. Elle est déterminée selon les 5 critères suivants : cancérigène, perturbateur endocrinien, reproduction, neurotoxique, effets cumulés. L'IRSA dépend en plus de l'IRT de 3 autres facteurs : Le facteur de formulation (FPf) a une importance majeure en matière d'exposition. Selon leur type de formulation, les produits peuvent se répartir en deux groupes : ceux à risque d'exposition faible (par exemple ; les granulés solubles (SG), les granulés mouillables (WG)...) et ceux à risque d'exposition élevé (par exemple ; les poudres mouillables (WP), les suspensions (SU)...) ; le facteur de pondération lié à la dose appliquée (FCP). La concentration de la matière active dans la préparation commerciale ainsi que la dose appliquée représentent des éléments importants de modulation du niveau de risque d'exposition. Le facteur FCP est déterminé à partir de la Dose Repère Appliquée (DRA) et permet de comparer les produits entre eux sur une base uniforme. Ceci est d'autant plus important que les étiquettes des différentes préparations commerciales ayant une matière active commune n'ont pas nécessairement toute la même prescription en matière de dose d'application. La DRA (ml/ha ou g/ha) est déterminée pour chacune des matières actives à partir de l'étiquette de la préparation commerciale, et enfin, le facteur lié à la technique et/ou du lieu d'application. Dans le cadre de cette étude, nous avons comparé les 92 s.a. entre elles en ne considérant qu'une unique dose d'application par produit commercial et en y associant la formulation d'un produit commercial de référence. Le choix du mode d'application testé pour l'ensemble des s.a. a été le pulvérisateur à dos à pompe manuelle.

1.2. BROWSE (BYSTANDERS, RESIDENTS, OPERATORS AND WORKERS EXPOSURE MODELS FOR PLANT PROTECTION PRODUCTS)

Le modèle BROWSE (Bystanders, Residents, Operators and WorkerS Exposure models for plant protection products) est un modèle mécaniste et probabiliste qui calcule l'exposition humaine aux pesticides et évalue les risques des produits phytosanitaires pour la santé humaine (Ellis et al., 2017¹⁰). Il a été développé dans le cadre du projet européen BROWSE (www.browseproject.eu) en suivant les directives européennes visant à réduire les risques sanitaires et environnementaux des produits phytopharmaceutiques (Kennedy et al., 2015¹¹). Contrairement à la plupart des modèles d'évaluation de l'exposition de la population humaine aux pesticides, le modèle BROWSE fournit la distribution de l'exposition, laissant le choix à l'utilisateur quant aux percentiles pertinents. Quatre grands groupes de populations sont considérés dans le modèle BROWSE : les opérateurs, les travailleurs, les passants et les résidents.

Pour les opérateurs, le modèle d'exposition BROWSE a été élaboré en tenant compte des trois principales voies d'exposition : l'inhalation, l'exposition cutanée et l'ingestion. L'exposition cutanée se produit suite (1) au contact entre la peau (les mains ou tout le corps) et les produits phytosanitaires contenus dans l'air, (2) au contact entre la peau et les surfaces contaminées par les produits phytosanitaires, et (3) au contact direct avec des éclaboussures ou de fines particules de produits phytosanitaires solides ou liquides.

¹⁰ Ellis, M. C. B., Van De Zande, J. C., Van Den Berg, F., Kennedy, M. C., O'sullivan, C. M., Jacobs, C. M., ... & Charistou, A. (2017). The BROWSE model for predicting exposures of residents and bystanders to agricultural use of plant protection products: An overview. *Biosystems Engineering*, 154, 92-104.

¹¹ Kennedy, M. C., Glass, C. R., Bokkers, B., Hart, A. D., Hamey, P. Y., Kruisselbrink, J. W., ... & van Klaveren, J. D. (2015). A European model and case studies for aggregate exposure assessment of pesticides. *Food and Chemical Toxicology*, 79, 32-44.

Pour l'estimation des concentrations en produits phytosanitaires dans l'atmosphère, BROWSE utilise le couplage PEARL-OPS (van den Berg et al., 2016¹²). Le modèle PEARL décrit la volatilisation des produits phytosanitaires, tandis que le modèle OPS simule les processus atmosphériques tels que l'émission, la dispersion, le transport, la dégradation chimique et le dépôt des produits phytosanitaires.

Pour réaliser ses simulations, BROWSE nécessite des données sur les propriétés spécifiques des pesticides qui influencent leur persistance dans l'environnement et leur interaction avec le corps humain (comme la solubilité, la pression de vapeur et les coefficients d'absorption cutanée et inhalée). À partir de ces données sur les quantités de pesticide dans l'air, BROWSE calcule les quantités de pesticide susceptibles d'être absorbées par le corps humain, en considérant les trois voies d'exposition. À ce stade, le modèle prend en compte les conditions d'application des pesticides, qui influencent de manière significative l'exposition des opérateurs : l'utilisation d'un pulvérisateur manuel ou d'un tracteur, la présence ou non d'une cabine sur le tracteur, la densité du couvert végétal, la vitesse du vent au moment de la pulvérisation, l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI), etc. Les EPI comme les gants, les masques, les lunettes, les bottes, les combinaisons, etc., sont pris en compte au travers de coefficients de transfert qui réduisent l'exposition de l'opérateur selon le type d'EPI utilisé. Le modèle ajuste enfin l'exposition en fonction des spécificités des individus exposés, en tenant compte du poids corporel, de la fréquence de contact main-bouche (notamment pour les enfants) et des taux de respiration. En comparant l'exposition totale de chaque groupe de personnes (opérateurs, travailleurs, passants ou résidents) à l'AOEL (Acceptable Operator Exposure Level), un indice de risque pour la santé humaine est obtenu. Un HR inférieur à 100 % est considéré comme acceptable, tandis qu'un HR supérieur à 100% indique un risque inacceptable pour la santé humaine (Lammoglia et al., 2017¹³). Dans le cadre de cette étude, le modèle BROWSE a permis d'évaluer l'exposition des opérateurs à chacune des 92 molécules de pesticides, en considérant uniquement l'exposition cutanée. Pour chaque molécule, nous avons fait l'hypothèse que l'opérateur applique un produit commercial de référence à la dose homologuée, et n'avons considéré que la formulation et les concentrations en matières actives de ce produit commercial de référence. Nous avons également fait l'hypothèse que les agriculteurs appliquent le pesticide à l'aide d'un pulvérisateur à dos et portent l'ensemble des équipements de protection recommandés.

1.3. ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV)

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) permet d'évaluer tous les impacts potentiels sur l'environnement, et ce pour toutes les étapes (ex. fabrication, distribution, utilisation et gestion des déchets) du cycle de vie d'un produit. Le calcul de ces impacts nécessite des données quantifiées pour tous les matériaux utilisés, les ressources consommées et les polluants émis vers l'environnement. Dans le cadre de notre étude, les indicateurs basés sur l'ACV sont donc issus de la quantification des flux de matière et d'énergie liés aux différentes étapes de cycle de vie de chaque matière active contenue dans un produit phytopharmaceutique de synthèse (pesticide chimique). Il permet ainsi d'évaluer et de comparer sur plusieurs critères (ex. changement climatique, écotoxicité et toxicité), les impacts environnementaux et humains des pesticides chimiques, en utilisant le logiciel d'ACV SimaPro et en mobilisant des modèles, notamment USEtox (<https://usetox.org/>) dans notre étude. Ainsi, les résultats issus de USEtox (indicateurs ACV) nous montrent les différents impacts potentiels par rapport à la substance active la plus préoccupante pour la santé humaine et environnementale. L'ACV regroupe

¹² van den Berg, F. C. M. J., Jacobs, C. M. J., Ellis, M. B., Spanoghe, P., Ngoc, K. D., & Fragkoulis, G. (2016). Modelling exposure of workers, residents and bystanders to vapour of plant protection products after application to crops. *Science of the Total Environment*, 573, 1010-1020.

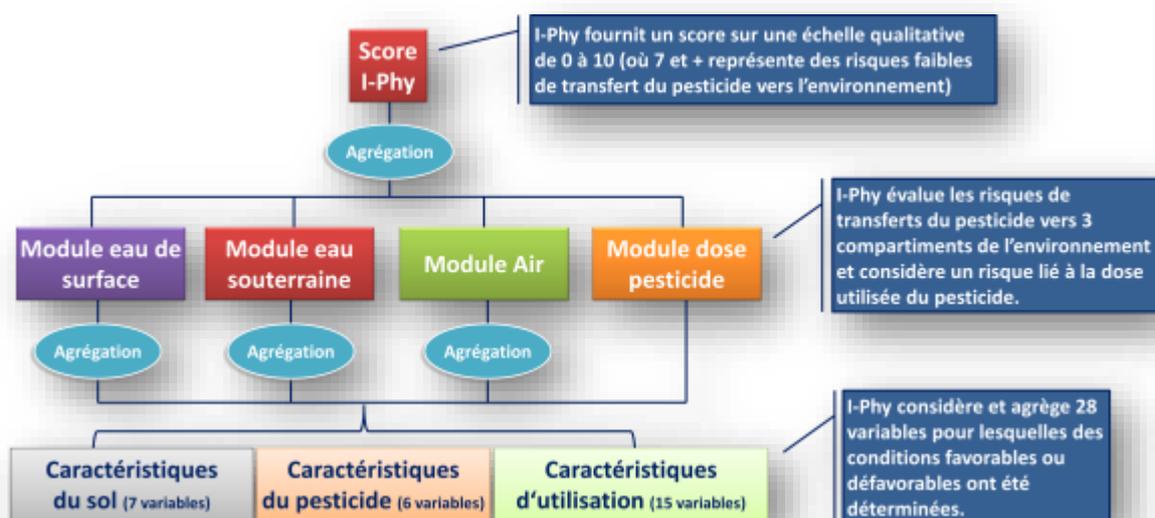
¹³ Lammoglia, S. K., Kennedy, M. C., Barriuso, E., Alletto, L., Justes, E., Munier-Jolain, N., & Mamy, L. (2017). Assessing human health risks from pesticide use in conventional and innovative cropping systems with the BROWSE model. *Environment International*, 105, 66-78.

une importante communauté de scientifiques et repose sur un cadre méthodologique normé (ISO 14040 et 14044). Elle constitue également le socle de l’affichage environnemental. Toutefois, une des limites de l’ACV est le manque de processus adaptés au contexte tropical. En effet, les bases de données mobilisées (ecoinvent et Agribalyse) correspondent principalement aux climats tempérés même si des travaux ont contribué récemment à mieux prendre en compte les conditions tropicales (e.g. projet OLCA-Pest, <https://orbit.dtu.dk/en/projects/olca-pest/>). Le modèle USEtox propose deux indicateurs que nous mobiliserons indépendamment pour notre étude : indicateur de toxicité humaine et indicateur de toxicité sur les écosystèmes exprimés respectivement en nombre de vie humaine et en nombre d’espèces impactés par application d’une substance active donnée.

1.4. OUTIL D’AIDE A LA DECISION PHYTO’AIDE / I-PHY

PHYTO’AIDE (<https://smartis.re/PHYTOAIDE>) est un outil d’aide à la décision développé par le Cirad évaluant les risques de transfert des pesticides vers l’environnement tout en déterminant les différents leviers et marges de progrès pour les limiter¹⁴. PHYTO’AIDE repose sur les résultats de l’indicateur d’évaluation I-PHY de la méthode d’évaluation Indigo® développée par l’INRAE¹⁵. Cet indicateur modélise les différents transferts du pesticide vers l’environnement (eaux de surface et souterraine et air) en agrégeant 28 variables (caractéristiques du pesticide, de la parcelle, les conditions environnementales et le matériel utilisé) pour aboutir à un score agrégé sur une échelle qualitative de 0 à 10 (voir figure 2).

Figure 2 : Arbre d’agrégation des variables d’entrée conduisant au score I-Phy.



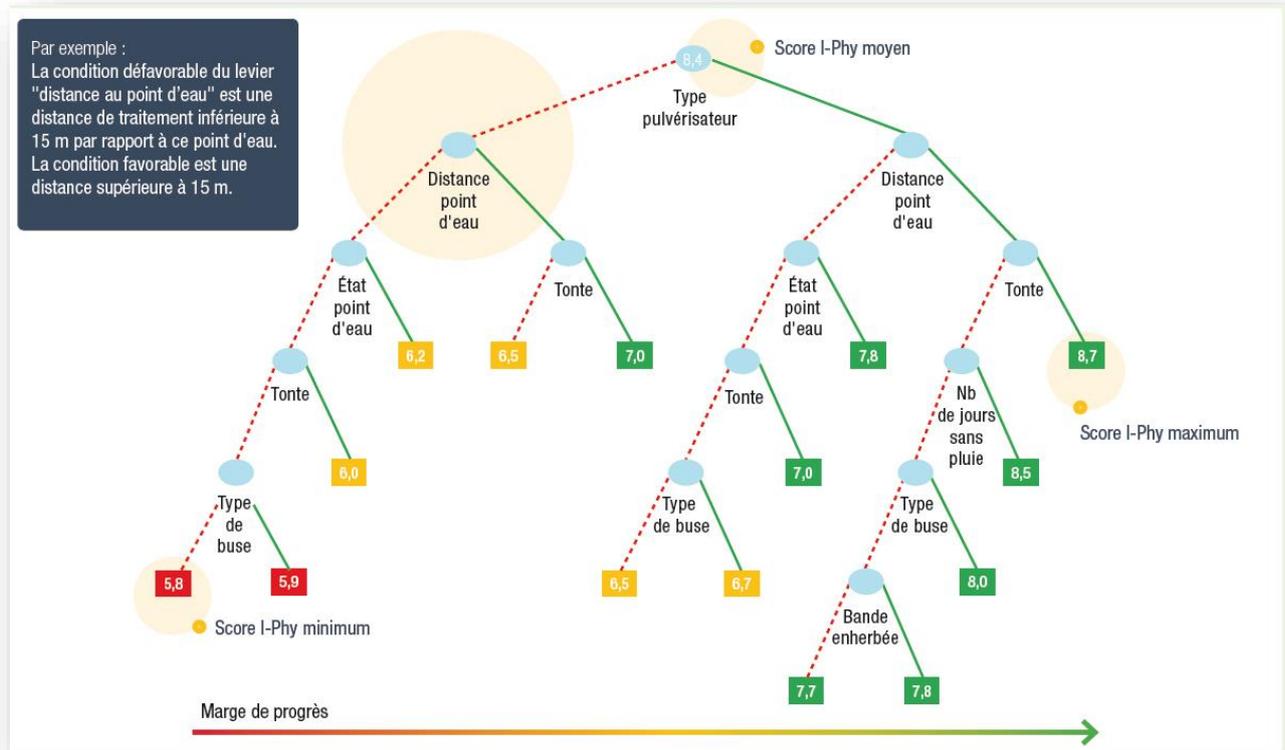
PHYTO’AIDE est un outil de simulation rapide qui permet une visualisation sous la forme d’un arbre de régression (voir figure 3) des scores I-PHY de tous les scénarii d’utilisation du pesticide testés. PHYTO’AIDE propose grâce à cet arbre une identification des leviers majeurs pour limiter les risques

¹⁴ Le Bellec F., Vélou A., Fournier P., Le Squin S., Michels T., Tendero A., Bockstaller C., 2015. Helping farmers to reduce herbicide environmental impacts. *Ecological Indicators*, 54, 207–216.

¹⁵ Van der Werf H.M.G., Zimmer C., 1998. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. *Chemosphere* 36, 2225-2249.

de transfert. Dans le cadre de cette étude, nous avons comparé les 92 s.a. une à une grâce à une simulation de leur utilisation dans un contexte donné (caractéristiques pédologiques : sol plutôt sableux, profondeur superficielle (<30cm), valeur du pH $5 \leq \text{pH} < 5.5$, matière organique (%) moyenne : $2 \leq \text{MO} < 5$, pas de présence d'argile gonflante, pente faible (<5%), sol filtrant). Dans une première phase d'analyse, nous n'avons retenu que les scores « minimum » (I-Phy min) et « maximum » (I-Phy-max) de l'indicateur pour chaque s.a. (« chemins » tracés par les branches en pointillés rouges de l'arbre de régression (score I-Phy min) ou vertes (I-Phy max), ces « chemins » sont déterminés en fonction des conditions défavorables ou favorables d'usage des pesticides de 10 paramètres techniques ou environnementaux, voir figure 3). Le score I-Phy Min correspond au risque de transfert de la substance active vers l'environnement le plus élevé. Le score I-Phy Max correspond au risque de transfert de la substance active vers l'environnement le moins élevé. Dans une seconde phase d'analyse, nous avons approfondi les risques de transfert des pesticides pour deux filières et deux types de pesticides (Banane/fongicide et Riz/Herbicide) à l'aide des arbres de régression fournis par PHYTO'AIDE en s'appuyant sur la connaissance des pratiques de ces filières.

Figure 3 : Exemple d'un arbre de régression construit par l'outil PHYTO'AIDE (<https://smartis.re/PHYTOAIDE>). L'interface web PHYTO'AIDE permet de renseigner la substance active à tester et les caractéristiques du sol sur lequel il est appliqué. Le modèle calcul ensuite tous les scores de l'indicateur I-PHY associé (plus de 1000 scénarios d'usage) en faisant varier 10 paramètres techniques (pulvérisateur, distance au point d'eau...). La représentation des résultats est traduite sous la forme de cet arbre de régression qui permet, selon les conditions favorables (branches vertes de l'arbre) ou défavorables (branches rouges en pointillés) de ces 10 paramètres, d'accéder au score de risque de transfert du pesticide vers l'environnement. L'utilisateur peut rapidement déterminer les paramètres d'importance pour améliorer ce score



3. Doses d'utilisation des pesticides et valeurs seuils ou de référence des indicateurs

Idéalement, l'évaluation des risques à l'aide des indicateurs devrait s'appuyer sur les pratiques réelles des producteurs. Ces pratiques sont malheureusement extrêmement difficiles à recenser avec précision. Nous avons donc choisi pour nos calculs d'utiliser la dose de pesticide correspondant à une dose homologuée du produit commercial multipliée par la concentration de la ou des substances actives le composant. La dose homologuée peut dépendre du bioagresseur ciblé et/ou de la culture mais aussi des conditions d'épandage. Par exemple, les doses homologuées pour certains pesticides peuvent être à l'hectolitre au lieu d'une dose à la surface (ha). De ce fait, selon le matériel d'épandage mais aussi de l'âge de la culture (et de son développement végétatif), le producteur peut utiliser de 300-400 à 1200-1500 litres de bouillie de traitement par ha ; dans ces conditions la dose appliquée peut varier d'un facteur 5. Par ailleurs, nous avons aussi fait le choix de considérer que les traitements étaient réalisés à la dose homologuée et à l'ensemble de la parcelle. Ce qui correspond théoriquement à un indice de fréquence de traitement (IFT) de 1¹⁶. Pour toutes ces raisons, la dose testée dans cette étude n'est qu'indicative et ne reflète pas totalement la variabilité des usages en cours dans les différentes filières.

Quel que soit l'indicateur, la s.a. est la donnée d'entrée principale et elle est considérée seule. Par ailleurs, les scores des différents indicateurs sont issus d'une agrégation de variables souvent hétérogènes. Au-delà donc de la valeur du score, l'intérêt de notre étude est bien de comparer les s.a. entre-elles, testées dans les mêmes conditions avec les mêmes indicateurs. Pour les indicateurs IRSA et ACV, il n'existe pas de valeur seuil de référence, nous proposons donc un classement hiérarchique des s.a., des plus impactantes au moins impactantes. Pour le modèle BROWSE et l'indicateur AOEL (Niveau d'exposition acceptable de l'opérateur en mg kg⁻¹ bw d⁻¹), la valeur seuil est fixée à 100 %. Au-delà de ce pourcentage, la s.a. présente un risque d'exposition important. Pour PHYTO'AIDE/I-PHY, le risque de transfert est donné sur une échelle qualitative d'un score de 0 à 10 où un score supérieur à 7 est considéré comme limitant les risques de transfert. Pour toutes ces raisons, les scores des indicateurs doivent être considérés avec précaution.

4. Résultats des indicateurs pour l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux

Les **tableaux 3** et **3bis** présentent les scores des indicateurs à la dose de pesticide testée. Les scores des indicateurs de Risque pour la Santé des Applicateurs (IRSA) et AOEL varient respectivement de 12 à près de 1940 pour l'IRSA et de 0 à 8000 % pour l'AOEL illustrant une gamme étendue de risques pour les utilisateurs. Pour l'indicateur AOEL, seules 8 s.a. dépassent le seuil de 100% mais les scores de 18 s.a. n'ont pas été calculés par manque de données sur ces s.a. Par ailleurs, il existe un facteur de 4.5 de risque entre les s.a. évaluées par ACV-Santé Humaine et un facteur de 43 pour l'indicateur ACV-Ecosystème discriminant de fait les s.a. entre elles. Pour ces deux indicateurs, les scores de 9 s.a. n'ont pas pu être calculés par manque de données. De même que le risque lié à la famille chimique de la s.a. a été considéré pour certaines d'entre-elles par manque de connaissances précises sur la s.a. considérée. S'agissant de l'indicateur I-Phy les scores varient de 4 à 9.8 selon les conditions d'application. En considérant les conditions les plus défavorables d'application des pesticides (score I-Phy min), seules 10 s.a. dépassent le score-seuil de 7 sans jamais dépasser le

¹⁶ L'indice de fréquence de traitement (IFT) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{IFT} = \text{Dose de produit commercial appliqué sur la parcelle} * \text{surface traitée} / \text{dose homologuée de produit commercial} * \text{surface de la parcelle}$$

score de 8. Ces scores suggèrent que toutes les s.a. présentent un risque important de transfert vers l'environnement si les conditions d'application sont mal maîtrisées. Globalement, les résultats de ces indicateurs sont difficilement comparables entre eux du fait des objectifs d'évaluation très différents que ces indicateurs doivent remplir. Nous proposons donc de les considérer un à un tout en proposant des règles de décision pour identifier les s.a. les plus préoccupantes.

Tableau 3 : Scores des différents indicateurs par substance active. Dose : dose testée. Formu. Formulation du pesticide, EC : Emulsifiable concentrate ; FC = SC ; GR : Granule ; OD : Oil dispersion ; OL : Oil miscible liquid ; SC : Suspension concentrate (=flowable concentrate) ; SE : Suspo-emulsion ; SL : Soluble concentrate ; SP : Water soluble powder ; WG : Water dispersible granules ; WP : Wetttable powder. NA : calcul impossible à cause de données manquantes.

Substance active	Dose	Form	Indicateurs santé			Indicateurs environnement		
			IRSA	ACV	AOEL	I-Phy	I-Phy Max	ACV
2,4 D	1,00	SL	852,80	2,6189E-	1%	5,2	8,2	4,9666E-08
abamectine	1	EC	927,38	2,6217E-	7%	6,8	7,6	5,29541E-08
acephate	0,78	SP	133,79	3,4478E-	8000	6,4	9,3	5,29833E-08
acetamiprid	0,75	WG	42,47	2,901E-	4%	7,3	9,8	5,85217E-08
alpha-	0,24	SC	496,04	2,622E-	33%	6,8	7,6	6,75233E-08
azoxystrobin	1	SC	245,70	4,3492E-	0%	6,2	9,3	7,81367E-08
benalaxyl	2	WP	35,60	4,3492E-	0%	5,5	7,2	7,43091E-08
benomyl	0,4	WP	483,60	4,3496E-	-	5,5	7,2	7,51842E-08
bensulfuron	0,4	WP	33,15	2,5569E-	3%	6,3	9,4	4,87004E-08
bentazone	2,5	SL	235,20	2,5941E-	0%	3,9	7,6	4,89866E-08
bifenthrin	1	EC	1905,0	2,6326E-	23%	7,2	8,6	5,51075E-08
bispyribac	0,3	SC	27,23	2,5563E-	47%	6,3	9,4	4,87004E-08
boscalid	0,5	SC	178,75	3,5149E-	3%	6,1	9,3	3,83635E-08
butachlor	2	EC	47,20	2,5563E-	NA	3,3	4,2	5,10908E-08
carbendazim	0,5	SC	266,75	3,6062E-	NA	4,8	6,4	4,39446E-08
cartap	2	SP	157,50	2,8706E-	NA	6,1	9,2	1,74344E-07
chlorantraniliprol	0,07	WG	11,76	2,6217E-	1%	6,7	9,6	5,29541E-08
chlorothalonil	1,5	SC	1938,8	3,7048E-	2%	4,3	5,8	2,90215E-07
chlorpyrifos	1	EC	1417,5	6,4767E-	33%	5	7,2	6,95084E-07
copper	5	WP	1300,0	NA	0%	5,2	9	NA
cyhalofop-butyl	0,3	OD	10,68	2,5563E-	4%	5	7	4,87004E-08
cypermethrin	1	EC	751,10	2,6219E-	1%	6,7	8,1	5,91421E-08
cyproconazole	0,4	SL	130,38	4,3492E-	2%	7,4	8,9	7,43091E-08
deltamethrin	0,5	EC	494,59	2,622E-	1%	7,2	8,4	5,33666E-08
diazinon	6	SL	838,10	3,8268E-	139%	4,3	6,3	7,89542E-08
diethofencarb	0,25	SC	284,38	NA	0%	6,5	8,6	NA
difenoconazole	0,4	EC	202,40	3,6003E-	1%	6,2	9,7	4,49502E-08
dimethoate	0,75	EC	243,60	2,8953E-	12%	6,1	9,5	6,35906E-08
dimethomorph	0,40	EC	202,38	4,3492E-	3%	5,7	8,1	7,44196E-08
diuron	0,3	SE	492,21	2,6119E-	0%	4,4	8,9	5,16524E-08
dodine	0,75	SC	281,30	3,5152E-	3%	6,6	9,4	4,02572E-08
emamectin	2	WG	316,87	2,6217E-	50%	7,8	10	5,29541E-08
endosulfan	1,5	SL	1896,5	2,894E-	930%	4,5	5,8	6,91918E-08
epoxiconazole	0,1	SC	114,10	3,5149E-	10%	7,4	9,4	3,87455E-08
ethoxysulfuron	0,3	SE	107,43	NA	2%	4	6,5	NA
fenobucarb	1	EC	445,30	NA	NA	4,2	5,4	NA

fenoxanil	0,3	WP	25,59	NA	NA	6,3	8,2	NA
fenoxaprop-P-	1	OD	297,95	2,5563E-	1%	4,7	7	5,04305E-08
fenpicoxamid	1,5	EC	NA	NA	0%	5,6	7,8	NA
fenpropathrin	0,9	EC	234,95	2,9051E-	72%	4,7	6,2	1,04044E-07
fenpropidin	0,4	EC	455,30	3,5149E-	14%	4,9	6,7	3,83635E-08
fenpropimorph	0,45	OL	229,54	3,5149E-	419%	4,5	5,8	3,83635E-08
fipronil	1	SC	1584,7	3,671E-	5%	6,5	7,3	5,85217E-08
florpyrauxifen-	1,2	EC	NA	NA	0%	6,8	8,5	NA
flubendiamide	0,3	SC	299,16	2,6217E-	NA	5,9	7,3	5,29541E-08
fluopyram	0,62	SC	140,25	2,7951E-	3%	5,4	7,6	5,62488E-08

Tableau 3bis : Scores des différents indicateurs par substance active. Dose : dose testée. Formu. Formulation du pesticide, EC : Emulsifiable concentrate ; FC = SC ; GR : Granule ; OD : Oil dispersion ; OL : Oil miscible liquid ; SC : Suspension concentrate (=flowable concentrate) ; SE : Suspo-emulsion ; SL : Soluble concentrate ; SP : Water soluble powder ; WG : Water dispersible granules ; WP : Wetttable powder. NA : calcul impossible à cause de données manquantes.

Substance active	Dose	Form	Indicateurs santé			Indicateurs environnement		
			IRSA	ACV Santé	AOE L	I-Phy Min	I-Phy Max	ACV Ecosystème
flupyradifuron	0,25	EC	98,70	2,8548E-05	0%	7,4	9,6	5,7374E-08
flutriafol	2	SC	438,63	4,3492E-05	0%	5,9	9,4	7,4309E-08
fluxapyroxad	0,3	SC	105,56	3,5149E-05	0%	6,1	9,5	3,8363E-08
fosetyl	4	WP	548,00	3,6003E-05	0%	6,7	9,1	3,9331E-08
fosthiazate	30	GR	1096,00	2,7951E-05	134%	4,3	7,8	5,6249E-08
gluphosinate	6	SL	634,50	2,6446E-05	173%	6	9,2	5,2674E-08
glyphosate	4	SL	616,56	3,5757E-05	2%	5,7	9,1	6,6443E-08
hexaconazole	1	SC	218,40	1,9802E-05	NA	5	6,5	3,8184E-08
imidacloprid	0,5	SC	254,15	2,6264E-05	0%	6,3	9,5	5,3443E-08
indoxacarbe	0,125	EC	973,86	2,6217E-05	32%	6,5	8	5,3869E-08
isoprocarb	1	EC	186,20	2,901E-05	NA	4,2	5,8	6,0341E-08
isoprothiolane	0,3	WP	51,92	NA	NA	5,8	7,4	NA
isopyrazam	0,75	EC	307,97	3,5149E-05	1%	5,9	7,6	3,8363E-08
lambda-	0,5	EC	588,84	2,6217E-05	314%	7	7,9	5,8159E-08
malathion	0,9	EC	408,60	2,9017E-05	5%	7,4	9,1	6,3313E-08
mancozeb	1,1	WP	257,31	3,6336E-05	0%	4,3	7,5	7,2108E-08
maneb	0,5	EC	307,67	3,6083E-05	0%	5	8,4	4,3129E-08
metalaxyl	2,5	WP	26,75	4,3533E-05	21%	6,5	8,2	7,4565E-08
metiram	1,4	WG	103,74	3,5545E-05	6%	5,2	8,3	7,607E-08
niclosamide	2	WP	359,60	2,901E-05	NA	-	-	4,4835E-07
oxamyl	5,4	SL	1095,17	2,8858E-05	46%	5,4	9	9,2343E-08
paraquat	20	SC	2006,40	2,613E-05	8%	5,3	9,2	5,1477E-08
parathion-	1,00	SL	1176,40	3,2196E-05	NA	5,1	7	6,1876E-08
penoxulam	3	OD	26,35	NA	0%	6	9,4	NA
pretilachlor	2	EC	261,44	2,5563E-05	NA	4,8	6,4	2,5905E-07
profenofos	5	EC	563,13	5,0292E-05	NA	5	7,2	1,6653E-06
propanil	2	EC	416,15	2,6641E-05	12%	5,1	7,4	5,3347E-08
propiconazole	0,1	EC	93,38	3,5193E-05	1%	6,6	8,1	3,8642E-08
pymetrozine	0,32	WG	126,25	2,901E-05	1%	6,5	9,4	5,8522E-08

pyraclostrobin	1,2	SC	176,80	3,5149E-05	4%	6,8	9,4	3,8363E-08
pyrimethanil	2	SC	68,40	3,5149E-05	1%	4,9	6,7	4,0229E-08
quinclorac	0,4	WP	202,27	2,5563E-05	NA	4,3	7,1	4,87E-08
spirotetramat	1	OD	186,90	2,6217E-05	0%	6,8	9,6	5,2954E-08
spiroxamine	0,4	EC	165,76	3,5149E-05	1760	5,1	6,8	3,8363E-08
tebuconazole	0,75	EC	172,73	3,5338E-05	28%	5,8	8,6	3,9741E-08
teflubenzuron	0,24	SC	199,24	2,7366E-05	3%	6,9	7,9	6,1772E-08
terbufos	5,4	FC	800,72	0,00029039	NA	4,2	5,9	3,8766E-07
thiacloprid	0,5	SC	140,42	2,6217E-05	4%	6,4	9,7	5,2954E-08
thiamethoxam	0,2	WG	31,61	2,6217E-05	11%	6,6	9,5	5,2954E-08
thiophanate	1,5	OL	904,40	3,5331E-05	17%	5	7,7	4,2772E-08
thiram	1,5	SC	632,13	3,5179E-05	21%	4,8	6,6	4,7132E-08
triadimenol	0,25	EC	257,03	3,6025E-05	1%	7,3	9,2	3,9477E-08
tricyclazole	0,3	WP	80,24	3,6003E-05	NA	5,6	9,2	3,9808E-08
tridemorph	0,5	OL	611,94	3,6003E-05	NA	4,5	5,7	6,9947E-07
trifloxystrobin	1	OL	186,90	3,6003E-05	1%	6,2	8,1	3,9331E-08
zoxamide	0,5	SC	74,34	2,6217E-05	1%	5,9	7,6	5,2954E-08

Une classification des s.a. les plus impactantes au regard de ces scores a donc été réalisée en considérant les règles de décision suivantes : i) Indicateur IRSA : les s.a. les plus impactantes dont le score est supérieur à 1000, ii) indicateur AOEL (méthode Browse) : score > à 100 %, iii) indicateur ACV Santé Humaine : les s.a. les plus impactantes dont le score est supérieur à 4^{-5} , iv) indicateur I-Phy : score < 7 dans les conditions optimales d'usage (I-Phy max) et v) indicateur ACV Ecosystème : les s.a. les plus impactantes dont le score est supérieur à 1^{-7} . Le **tableau 4** présente les 39 s.a. préoccupantes selon nos règles de décision, en précisant les filières concernées et les indicateurs qui ont permis de les identifier.

Cette classification des substances actives les plus préoccupantes par les indicateurs répertorie 17 fongicides dont 3 s.a. sont identifiées par des indicateurs « santé humaine » et « environnement » (chlorothalonil, fenpropimorphe et spiroxamine). Parmi ces 17 fongicides, 8 sont encore autorisés par l'UE. Toujours parmi ces 17 fongicides, 7 d'entre-eux sont classés CMR (4 CMR1 et 3 CMR2) mais un seul CMR est autorisé dans l'UE (diméthomorphe, CMR1 utilisé par la filière cacao). Toutes les filières sont concernées par l'usage de ces 17 fongicides. De cette classification, 17 insecticides ont aussi été identifiés comme « préoccupants » par les indicateurs, 4 le sont conjointement par les indicateurs « santé humaine » et « environnement » (chlorpyrifos, endosulfan, profenofos et terbufos) ; seulement 2 s.a. sur 17 sont encore autorisés par l'UE. Toutes les filières sont concernées par l'usage de ces insecticides. Enfin, 5 herbicides utilisés en riziculture et en bananeraie ont été identifiés comme préoccupants soit par les indicateurs « environnement » (butachlor, ethoxysulfuron et pretilachlor) soit par les indicateurs « santé humaine » (gluphosinate ammonium et paraquat). Plus aucune de ces s.a. n'est autorisée dans l'UE.

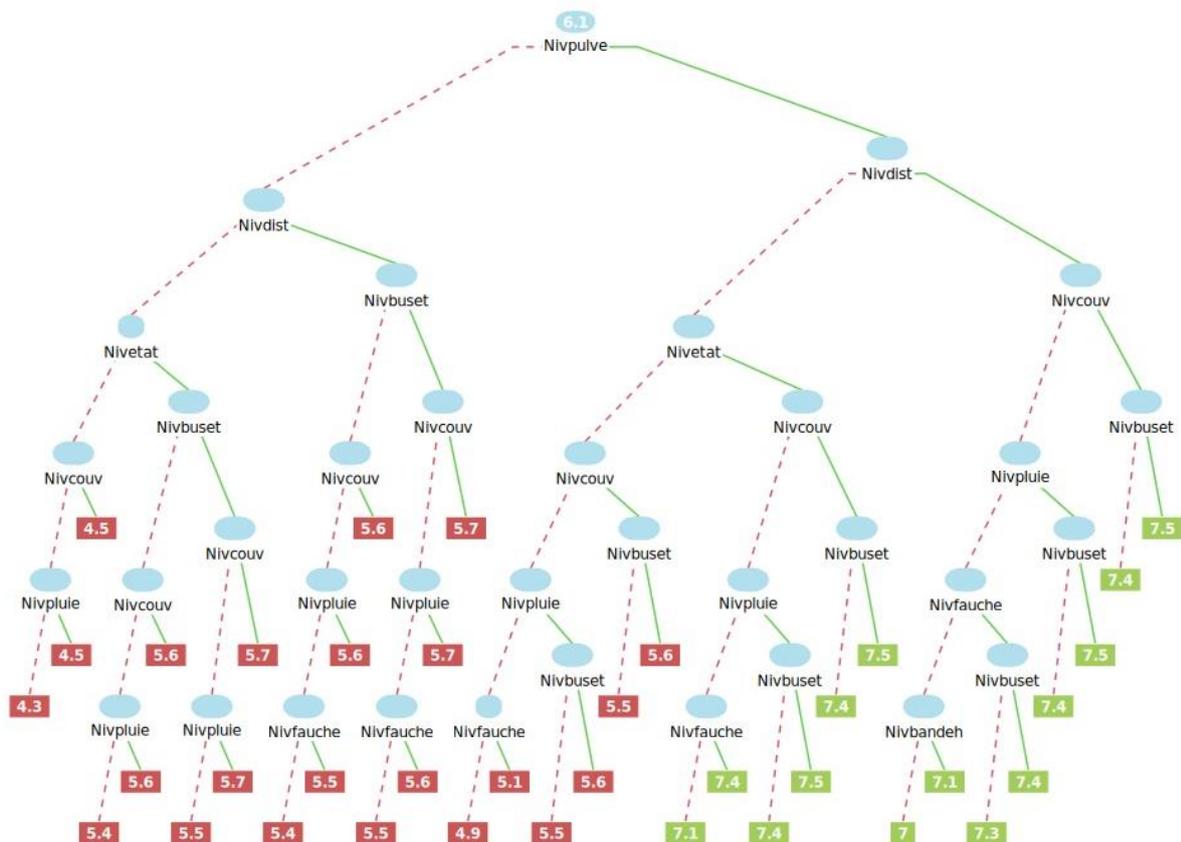
Tableau 4 : Substances actives classées comme les plus impactantes par les indicateurs en fonction des règles de décision ou valeurs seuils. Indicateur IRSA : les 10 s.a. les plus impactantes, Indicateur AOEL (méthode Browse) : score > à 100 %, Indicateur ACV-H (Santé Humaine) : les 10 s.a. les plus impactantes ; Indicateur I-Phy : score < 7 dans les conditions optimales d'usage (I-Phy max) ; Indicateur ACV-E (Ecosystème) : le 9 s.a. les plus impactantes.

Substance active (s.a.)	Indicateur	Type	filières concernées
acephate	AOEL	insecticide	cacao, riz, maraîchage
azoxystrobine	ACV-H	fongicide	Banane, café, maraîchage
benalaxyl	ACV-H	fongicide	cacao
benomyl	ACV-H	fongicide	cacao
bifenthrine	IRSA,	insecticide	Banane, cacao, maraîchage
butachlor	IPHY	herbicide	riz
carbendazime	IPHY	fongicide	riz, maraîchage
cartap	ACV-E	insecticide	cacao
chlorothalonil	IRSA, ACV-E,	fongicide	banane, maraîchage
chlorpyrifos	IRSA, ACV-H,	insecticide	banane, cacao, café, riz,
cuivre de l'oxchlorure	IRSA,	fongicide	cacao, maraîchage
cyproconazole	ACV-H	fongicide	café
diazinon	AOEL	insecticide	cacao
dimethomorphe	ACV-H	fongicide	cacao
endosulfan	IRSA, AOEL, IPHY	insecticide	cacao
ethoxysulfuron	IPHY	herbicide	riz
fenobucarb	IPHY	insecticide	cacao, riz
fenpropathrin	ACV-E, IPHY	insecticide	riz
fenpropidine	IPHY	fongicide	banane
fenpropimorphe	AOEL, IPHY	fongicide	banane
fipronil	IRSA,	insecticide	riz
flutriafol	ACV-H	fongicide	banane, café
fosthiazate	IRSA, AOEL	insecticide	banane
gluphosinate	AOEL	herbicide	banane
hexaconazole	IPHY	fongicide	riz
isoprocarb	IPHY	insecticide	riz
lambda-cyhalothrin	AOEL	insecticide	cacao, maraîchage
metalaxyl	ACV-H	fongicide	cacao
niclosamide	ACV-E	insecticide	riz
oxamyl	IRSA	insecticide	banane
paraquat	IRSA	herbicide	banane
parathion-methyl	IRSA	insecticide	cacao
pretilachlor	ACV-E, IPHY	herbicide	riz
profenofos	ACV-H, ACV-E	insecticide	maraîchage
pyrimethanil	IPHY	fongicide	banane
spiroxamine	AOEL, IPHY	fongicide	banane
terbufos	ACV-H, ACV-E,	insecticide	banane
thiram	IPHY	fongicide	banane
tridemorph	ACV-E, IPHY	fongicide	banane

Cette classification des s.a. préoccupantes a été réalisée en considérant des scénarios d'utilisation des pesticides maîtrisés et notamment en faisant les hypothèses que les applicateurs respectaient

les « bonnes pratiques phytosanitaires », à savoir : le port d'équipement de protection individuelle (EPI), le respect des doses homologuées, l'utilisation d'un appareil d'épandage régulièrement étalonné, sa bonne utilisation (pression, vitesse d'avancement, débit des buses, hauteur d'application, conditions météorologiques...), le respect des distances de traitement par rapport à des zones sensibles... A titre d'exemple, si ces règles ne sont pas respectées, il conviendrait de considérer les scores I-Phy min au lieu des scores I-Phy max (voir **tableau 3** et **3 bis**) et seules 10 s.a. sur 92 dépasseraient le score-seuil de 7 considérant des risques de transfert « acceptables ». L'arbre de régression de la figure 4 présente l'exemple du mancozèbe avec un I-phy min de 4.3 et un I-Phy max de 7.5, scores variant en fonction de ses conditions d'application.

Figure 4 : I-Phy min est atteint lorsque les conditions d'application ne sont pas optimales : Nivpulve : types de pulvérisateur (par exemple un traitement aérien ou atomiseur), Nivdist : distance à un point d'eau < à 15m, Nivetat : point d'eau en eau, Nivcouv : sol nu, Nivpluie : nombre de jour sans pluie < 3. Voir pour plus d'explication le tutoriel de Phyto'Aide : https://smartis.re/medias/Tutoriel_PhytoAide.pdf



De même, les scores AOEL (Acceptable Operator Exposure Level) et IRSA (Indicateur de Risque pour la Santé Applicateurs) ont été calculés dans des conditions où l'utilisateur portait des équipements de protection individuelle adaptés limitant son exposition. La photo ci-dessous (figure 5) prise en Côte d'Ivoire illustre parfaitement le manque de protection vis-à-vis des pesticides dont font preuve de nombreux producteurs en Afrique¹⁷. Compte tenu de ce qui précède, les scénarios

¹⁷ Ngowi, A. V. F., Mbise, T. J., Ijani, A. S., London, L., & Ajayi, O. C. (2007). Smallholder vegetable farmers in Northern

de notre étude ont donc probablement largement minimisé les risques à la fois pour la santé humaine et pour l'environnement.

Figure 5 : Manipulation de pesticide sans gant ni autres protections individuelles d'un producteur maraîcher de Côte d'Ivoire. Photo Raphaël Belmin, Cirad.



Le **tableau 5** propose une classification sur une échelle qualitative (risque faible (en vert), modéré (en orange) ou fort (en rouge)) des scores des différents indicateurs calculés dans le cadre de notre étude et les confrontent à ceux d'autres indicateurs (Classement CMR et indicateurs environnementaux, d'écotoxicité et de santé humaine de la base PPDB¹⁸). Au total, les résultats de 9 indicateurs peuvent être comparés. Une convergence de risque entre tous ces indicateurs peut être observée notamment pour certaines molécules. Notamment un tiers des 39 s.a. sont identifiées comme à fort risque par au moins 4 indicateurs sur 9. Les 10 s.a. (tableau 5) encore autorisées en Europe ne sont identifiées à fort risque que par au maximum 4 indicateurs et seulement 2 sont classées CMR (diméthomorphe, CMR1 et spiroxamine, CMR2). Le cas du diméthomorphe (fongicide systémique) peut interroger. En effet, il n'est identifié comme à fort risque que par 2 indicateurs sur 9 ; 6 autres le classent cependant comme à risque modéré. Ce que confirme les données de la PPBD : le diméthomorphe présente une faible solubilité dans l'eau et une faible volatilité. Il est modérément persistant dans les sols et les eaux. Les risques pour la biodiversité sont généralement modérés à faibles. Il présente une faible toxicité pour les mammifères mais est irritant. Malgré des risques évalués comme globalement modérés, le classement de cette s.a. a été réévalué récemment (12/2022) et elle a été classée en CMR1 de catégorie 1B, substance présumée toxique pour la reproduction humaine.

¹⁸ Indicateurs PPDB : les règles de décision de cette classification n'ont pas été trouvées et ne sont pas publiées.

Tableau 5 : Représentation qualitative des scores (vert : faible, orange : modéré, rouge : fort) des différents indicateurs de l'étude (IRSA, AOEL, ACV-H, ACV-E et I-Phy), du classement CMR (vert : non classé CMR, orange : CMR2, rouge : CMR1) et des indicateurs proposés par la base de données PPDB (PPDB-Ecotox : Ecotoxicity, PPDB-Envirt : Environmental fate, PPDB Human : Human health). Les scores des indicateurs IRSA, AOEL, ACV-H, ACV-E et I-Phy ont été classés en rouge (substances préoccupantes précédemment identifiées par les règles de décision) ou orange lorsque le score était supérieur à la médiane de l'ensemble des s.a. ; en vert lorsque les scores étaient inférieurs à cette médiane.

Substances actives (s.a.)	UE	CMR	IRSA	AOEL	ACV-H	PPDB Human	ACV-E	I-PHY	PPDB Envirt	PPDB Ecotox
acephate	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
azoxystrobine	oui	vert	rouge	rouge	rouge	orange	orange	vert	rouge	orange
benalaxyl	oui	rouge	rouge	rouge	rouge	rouge	orange	orange	orange	orange
benomyl	non	rouge	orange	rouge	rouge	rouge	orange	orange	orange	rouge
bifenthrine	non	orange	rouge	orange	vert	rouge	orange	vert	rouge	rouge
butachlor	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
carbendazime	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
cartap	non	rouge	rouge	rouge	vert	orange	rouge	vert	rouge	rouge
chlorothalonil	non	orange	rouge	vert	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
chlorpyrifos	non	rouge	rouge	rouge	rouge	rouge	rouge	orange	orange	rouge
cuivre de l'oxychlorure de cuivre	oui	rouge	rouge	rouge	orange	orange	orange	orange	orange	rouge
cyproconazole	non	rouge	rouge	rouge	rouge	rouge	orange	vert	rouge	rouge
diazinon	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
dimethomorphe	oui	rouge	rouge	orange	rouge	rouge	orange	orange	orange	rouge
endosulfan	non	rouge	rouge	rouge	vert	rouge	orange	rouge	rouge	rouge
ethoxysulfuron	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
fenobucarb	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
fenpropathrin	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
fenpropidine	oui	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
fenpropimorphe	non	orange	rouge	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
fipronil	non	rouge	rouge	orange	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
flutriafol	non	rouge	orange	rouge	rouge	rouge	orange	orange	rouge	rouge
fosthiazate	oui	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
gluphosinate ammonium	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
hexaconazole	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
isoprocarb	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	rouge	rouge	rouge
lambda-cyhalothrin	oui	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
metalaxyl	oui	rouge	rouge	rouge	rouge	rouge	orange	orange	orange	rouge
nicosamide	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
oxamyl	non	rouge	rouge	orange	orange	rouge	orange	orange	rouge	rouge
paraquat	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	orange	rouge	rouge
parathion-methyl	non	rouge	rouge	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
pretilachlor	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	rouge
profenofos	non	rouge	orange	rouge	rouge	rouge	orange	orange	orange	rouge
pyrimethanil	oui	rouge	rouge	orange	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
spiroxamine	oui	orange	rouge	rouge	orange	orange	orange	orange	orange	rouge
terbufos	non	rouge	orange	rouge	rouge	rouge	orange	orange	orange	rouge
thiram	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge
tridemorph	non	rouge	orange	rouge	orange	rouge	orange	orange	orange	rouge

Nous donnons ci-après une analyse des 5 s.a. dont au moins 5 indicateurs les classent à fort risque pour la santé humaine et pour l'environnement. Il s'agit de 3 insecticides (chlorpyrifos, endosulfan et terbufos) et de 2 fongicides (chlorothalonil et cyproconazole) concernant les 5 filières. Ces 5 s.a. sont aujourd'hui interdites d'utilisation en Europe.

Le chlorpyrifos est classé à fort risque par 5 indicateurs (IRSA, ACV-H, PPDB- Human health, ACV-E et PPDB- Ecotoxicity), à risque modéré par 2 indicateurs (I-PHY et PPDB- Environmental fate) et à faible risque par 2 indicateurs (AOEL et CMR). Le chlorpyrifos est peu soluble dans l'eau, peu mobile et présente donc un faible risque de lessivage dans les eaux souterraines. Il est relativement volatil. Ces comportements dans l'environnement sont en accord avec les scores I-PHY (min : 5 et max : 7.2). Il est également irritant pour la peau et les yeux et toxique en cas d'ingestion (phrase de risque du classement CLP : H301¹⁹) en accord avec le classement à fort risque par l'indicateur IRSA. Par ailleurs, il est hautement toxique pour les mammifères, et classé comme toxique pour la reproduction, inhibiteur de l'acétylcholinestérase et neurotoxique. Il est aussi hautement toxique pour les oiseaux, les poissons, les invertébrés aquatiques et les abeilles et modérément pour les plantes aquatiques, les algues et les vers de terre. Le CLP le classe comme très toxique pour les organismes aquatiques (H400) entraînant des effets néfastes à long terme (H410). Cette écotoxicité le classe comme à risque fort par les indicateurs ACV-H, PPDB- Human health, ACV-E et PPDB- Ecotoxicity. Il est par contre surprenant que cette s.a. ne soit pas considérée comme un CMR1. Le chlorpyrifos est un insecticide organophosphoré à large spectre d'action utilisé par toutes les filières de notre étude alors que des résistances chez certains ravageurs, notamment des cultures maraîchères, sont rapportées (*Bemisia argentifolii*, *Helicoverpa armigera*, *Plutella xylostella*, *Spodoptera litura*...). La s.a. est ancienne et utilisée depuis 1965.

L'endosulfan est classé à fort risque par 6 indicateurs (IRSA, AOEL, PPDB- Human health, I-PHY, PPDB- Environmental fate et PPDB- Ecotoxicity), à risque modéré par l'indicateur ACV-E et à faible risque par 2 indicateurs (ACV-H et CMR). L'endosulfan a une faible solubilité dans l'eau mais est volatil. Ses propriétés chimiques expliquent des risques de transfert importants vers les eaux souterraines, ceci en accord avec les scores I-PHY quel que soit les conditions de son application (I-PHY min : 4.5, I-PHY max : 5.8). Trois des cinq indicateurs santé humaine le classe comme très préoccupant avec les phrases de risque H300 (mortel en cas d'ingestion), H312 (nocif par contact cutané) et H330 (mortel par inhalation). Globalement, il est hautement toxique pour les mammifères, c'est une neurotoxine et peut-être un mutagène. Il est surprenant que cette s.a. ne soit pas considérée comme un CMR1. Il est modérément toxique pour les oiseaux, les abeilles et les vers de terre, mais légèrement plus toxique pour les organismes aquatiques. L'endosulfan est un insecticide/acaricide organochloré utilisé principalement par la filière cacao. De nombreux cas de résistance d'insecte à cette molécule sont rapportés, notamment des pucerons (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*), aleurodes (*Bemisia tabaci*), cécidomyies (*Dasineura tetensi*) ou encore le doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata*). La s.a. est très ancienne et utilisée depuis 1956.

Le terbufos est classé à fort risque par 5 indicateurs (ACV-H, PPDB- Human health, ACV-E, I-PHY et PPDB- Ecotoxicity), à risque modéré par 2 indicateurs (IRSA et PPDB- Environmental fate) et à faible risque par l'indicateur CMR tandis que le score AOEL n'a pas pu être calculé. Le terbufos est peu soluble dans l'eau, peu mobile et présente donc un faible risque de lessivage dans les eaux souterraines. Par contre il est très volatil particulièrement s'il est appliqué directement sur les plantes

¹⁹ Mention de danger (phrase H) du [règlement \(CE\) n°1272/2008 du 16 décembre 2008](#) dit « CLP » pour « classification, labelling, packaging » : dangers physiques : H200 à H290 ; dangers pour la santé : H300 à H373 ; dangers pour l'environnement : H400 à H420.

ou le sol. Le risque de dérive est préoccupant et des mesures d'atténuation sont recommandées, ce risque est identifié par l'indicateur I-PHY (I-PHY min : 4.2, I-PHY max : 5.9). L'analyse des leviers via cet indicateur (outil d'aide à la décision PHYTO'AIDE) identifie le type de pulvérisateur comme prépondérant pour limiter le risque de dérive de la s.a. vers l'environnement. Trois des cinq indicateurs santé humaine le classent comme préoccupant ou très préoccupant, les phrases de risque H300 (mortel en cas d'ingestion) et H310 (mortel par contact cutané) expliquant ce classement. Par ailleurs, il est hautement toxique pour les mammifères, et classé comme toxique pour la reproduction, inhibiteur de l'acétylcholinestérase et neurotoxique. Il est aussi hautement toxique pour les poissons, les invertébrés aquatiques et les vers de terre. Le CLP le classe comme très toxique pour les organismes aquatiques (H400) entraînant des effets néfastes à long terme (H410). Cette écotoxicité le classe comme à risque fort par les indicateurs ACV-H, PPDB- Human health, ACV-E et PPDB- Ecotoxicity. Le terbufos est un insecticide/nématicide organophosphoré utilisé par la filière banane dans notre étude. La s.a. est ancienne et utilisée depuis 1974. Des cas de résistance d'insecte à cette molécule sont rapportés, notamment pour la chrysomèle maculée du concombre (*Diabrotica undecimpunctata*) et puceron des céréales (*Schizaphis graminum*).

Le chlorothalonil est classé à fort risque par 5 indicateurs (IRSA, PPDB- Human health, ACV-E, I-PHY et PPDB- Ecotoxicity), à risque modéré par 3 indicateurs (ACV-H, PPDB- Environmental fate et CMR) et à faible risque par l'indicateur AOEL. Le chlorothalonil est faiblement soluble dans l'eau et légèrement mobile (érosion) ; globalement il présente un faible risque de lessivage dans les eaux souterraines. Il est par contre volatil avec un risque de dérive préoccupant demandant des mesures d'atténuation, ce risque est identifié par l'indicateur I-PHY (I-PHY min : 4.3, I-PHY max : 5.8). L'analyse des leviers via cet indicateur (outil d'aide à la décision PHYTO'AIDE) identifie le type de pulvérisateur comme important pour limiter le risque de dérive. De même, la distance de traitement à un point d'eau sera également prépondérante pour limiter les transferts de la s.a. vers l'environnement. Trois des cinq indicateurs santé humaine le classe comme préoccupant ou très préoccupant. C'est un irritant reconnu provoquant des allergies cutanées (H317) mais provoque aussi des lésions oculaires graves (H318) et peut irriter les voies respiratoires (H335). Il est mortel par inhalation (H330) et est classé CMR2 comme substances suspectées d'être cancérogènes pour l'homme. En terme d'écotoxicologie, le chlorothalonil a une faible toxicité pour les mammifères, mais son potentiel de bioaccumulation suscite certaines inquiétudes. Il est enfin modérément toxique pour les oiseaux, les abeilles et les vers de terre, par contre il est très toxique pour les organismes aquatiques (H400) entraînant des effets néfastes à long terme (H410). Le chlorothalonil est un fongicide à large spectre utilisé dans les filières maraîchage et banane. La s.a. est ancienne et utilisée depuis 1964.

Le cyproconazole est classé à fort risque par 5 indicateurs (CMR, ACV-H, PPDB- Human health, PPDB- Environmental fate, PPDB- Ecotoxicity), à risque modéré par l'indicateur ACV-E et à faible risque par 3 indicateurs (AOEL, IRSA et I-PHY). Il est modérément soluble dans l'eau mais volatile. En raison de ses propriétés physico-chimiques, le cyproconazole présente un risque élevé de lessivage dans les eaux souterraines, ce que l'indicateur I-PHY n'identifie pas réellement à la différence de l'indicateur PPDB- Environmental fate. Trois des cinq indicateurs santé humaine le classent comme très préoccupant alors que les deux autres le considèrent à faible risque. En tout état de cause, il est classé toxique en cas d'ingestion (H301) avec des risques présumés d'effets graves pour les organes (H373) et des effets sur les fœtus (H360D). Il est d'ailleurs classé CMR1 (catégorie 1B, substances présumées toxiques pour la reproduction humaine). Le cyproconazole peut être persistant dans les sols et les systèmes aquatiques. Le CLP le classe d'ailleurs comme très toxique pour les organismes aquatiques (H400) entraînant des effets néfastes à long terme (H410). Il est par contre modérément toxique pour les mammifères, les vers de terre et les abeilles mais hautement toxique pour les oiseaux. Le cyproconazole est un fongicide couramment utilisé et notamment dans la filière café de notre étude. La s.a. est utilisé depuis 35 ans.

5. Limites de l'étude

Certains biais méthodologiques peuvent d'ores et déjà être avancés. Nous avons fait le choix de comparer les substances actives entre-elles sans distinguer les types d'usages ou même les filières. La liste des substances actives répertoriées dans notre étude représente en elle-même une limite puisqu'elle n'est pas exhaustive (plus d'un millier de substances actives utilisé en milieu agricole)²⁰, des substances actives plus préoccupantes (d'autres filières, d'autres pays...), pourraient modifier le classement que nous proposons. Par ailleurs, les règles de décision appliquées pour identifier les substances préoccupantes de notre liste de 92 substances actives, notamment lorsque les indicateurs ne renseignent pas de valeur seuil de dangerosité (IRSA, ACV), ont minoré la dangerosité de certaines substances notamment dans certaines filières. Par exemple, en appliquant les mêmes règles de décision filière par filière, une substance active comme le mancozeb aurait été classée préoccupante pour les filières banane, cacao et maraîchage. De même, une analyse par type d'usage aurait par exemple classé les herbicides tels l'ethoxysulfuron ou le paraquat comme préoccupant pour les filières riz et banane. Ce choix a été fait car pour justifier une analyse plus fine par filière des données précises sur les pratiques (doses d'usage, matériel d'épandage, position d'application du pesticide, conditions météorologiques, etc.) mais aussi sur le niveau de protection des applicateurs ou encore les conditions pédoclimatiques auraient été nécessaires. Enfin, la fréquence d'utilisation par filière devrait aussi être prise en compte. Par exemple, le mancozèbe fait l'objet de grandes fréquences d'utilisation en banane ce qui devrait largement faire remonter le caractère préoccupant de ce fongicide dans cette filière, et probablement dans d'autres également. Ces données n'étaient pas accessibles pour toutes les filières car dépendantes des données d'enquête qui n'ont pas été menées avec cet objectif. Notre analyse a donc été menée en première intention avec des scénarii d'usage de ces pesticides avec des données globalisées gommant de facto la diversité des situations entre filière mais aussi au sein des filières. Ce choix nous a permis cependant d'évaluer les différentes substances actives dans les mêmes conditions et d'identifier un ensemble de substances actives les plus préoccupantes.

Plus globalement, sur les indicateurs, nous ne constatons une convergence de classement selon la dangerosité des substances actives que pour un tiers des 92 répertoriées. A cet égard, plutôt que de se fier aux résultats d'un seul indicateur ou modèle, nous pensons que notre démarche visant à combiner différents indicateurs à plusieurs niveaux, afin de mieux évaluer les impacts sanitaires et environnementaux des pesticides permet de contrecarrer les limites de chaque indicateur individuellement. Cependant, cela ne doit pas nous empêcher de noter les limites actuelles de ces indicateurs. D'une part, la variable d'entrée des indicateurs est la substance active et ne considère pas la dangerosité des produits de dégradation de ces dernières souvent plus persistantes dans les milieux. D'autre part, les indicateurs ne prennent pas en compte non plus les effets synergiques et/ou cumulatifs des substances actives ni même les effets de la formulation des pesticides et des co-formulants et/ou des adjuvants dans la volatilisation de ceux-ci. Enfin, les connaissances sur les substances actives sont pour certaines imparfaites empêchant le calcul des scores de certains indicateurs (molluscicides et antibiotiques par exemples).

6. Suites possibles des recherches

La poursuite de l'étude pourrait selon nous s'intéresser aux risques par filière, en s'appuyant sur des données réelles de pratiques et d'itinéraires techniques. Cette approche aurait le mérite de caractériser plus finement les risques dans les différents contextes de production et de probablement mieux sensibiliser les acteurs de chaque filière à ces risques.

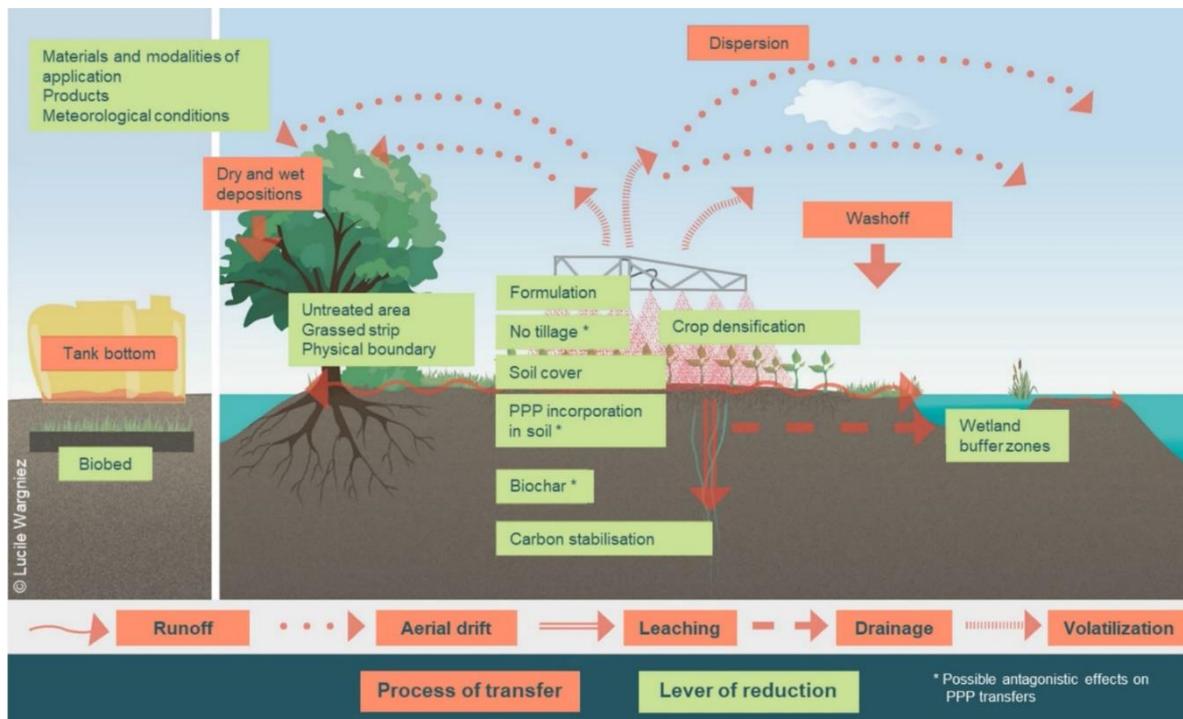
²⁰ Inserm (dir.). Pesticides : Effets sur la santé. Synthèse et recommandations. Synthèse et recommandations. Paris : Les éditions Inserm, 2013, XII-146 p. - (Expertise collective).

Nous précisons également dans la suite de ce document de nouvelles pistes d'études complémentaires.

5.1. LIMITER LES RISQUES DE TRANSFERT DES PESTICIDES

Les producteurs doivent et devront encore faire face à des impasses techniques motivant encore l'utilisation des pesticides. La question du devenir et du transfert des pesticides à l'échelle parcellaire reste donc d'actualité. Dans ce cadre, quelles sont les pratiques agricoles, à portée du producteur, favorisant ou au contraire défavorisant ces transferts ? Il convient de préciser que ces pratiques sont indissociables de l'itinéraire technique qui lui-même influe sur les facteurs importants en matière de transferts comme les quantités de pesticides appliquées, la couverture du sol, la structure du sol ou encore la matière organique du sol. Les voies de transferts ne sont pas uniques et la limitation de l'une peut en favoriser une autre (Tournebize et al., 2024²¹). Cependant, à la parcelle, deux principes généraux peuvent être établis : i) moins vite les pesticides seront en contact direct avec le sol et plus ce sol sera riche en matière organique plus leurs transferts vers les eaux de surface et souterraine seront atténués et ii) plus les pesticides seront appliqués au plus près de leur cible avec des formulations adaptées à l'usage et au bon moment moins ils seront sujets à une dérive dans l'air. Ces deux principes peuvent apparaître évidents car finalement en accord avec les bonnes pratiques agricoles mais, dans la réalité, l'agriculteur subit des contraintes opérationnelles l'empêchant de les appliquer entièrement ayant, in fine, pour conséquence des transferts de pesticides en dehors de sa parcelle (Figure 6).

Figure 6 : Principales voies de transfert des pesticides après application (rectangles oranges) et solutions de réduction des risques de ces transferts (rectangles verts). Figure extraite de Tounebize et al., 2024.



²¹ Tournebize J., Bedos C., Corio-Costet M-F., Douzals J-P., Gouy V., Le Bellec F., Achard A-L., Mamy L., 2024. Prevention and management of plant protection product transfers within the environment: A review. Environmental Science and Pollution Research, in press

La proportion de pesticides transférée vers les différents compartiments environnementaux par rapport à celle appliquée est mal connue. Même s'il s'agit probablement de quelques pourcents ceux-ci suffisent à polluer puisque nul ne peut contredire les pollutions avérées des cours d'eau, du sol et de l'air... (Pesce et al., 2023)²². Notre étude a identifié un certain nombre de substances actives préoccupantes pour lesquelles les risques de transfert des pesticides vers l'environnement pourraient être minimisés par les pratiques culturales. L'indicateur I-PHY et son interface d'aide à la décision Phyto'Aide²³ constitue un outil opérationnel d'accompagnement des producteurs à cet égard apportant des solutions à leur portée pour réduire leur utilisation et minimiser les risques de transfert. Cependant, si les processus de transfert sont plutôt bien caractérisés, la spécificité des situations d'usages notamment liée aux conditions pédoclimatiques tropicales est mal prise en compte et nécessiterait probablement l'ajustement de certains modèles (Basset C., 2016)²⁴. De même, l'impact positif sur la réduction des doses et/ou la réduction de la dérive des nouvelles technologies d'application des pesticides, comme les drones de pulvérisation, doit être conforté afin de les prendre en compte dans les modèles de transfert (Tournebize et al., 2024).

5.2. LIMITER LES RISQUES POUR LA SANTE

Ces nouvelles méthodes d'application questionnent aussi l'exposition des applicateurs, les réduisent-elles réellement ou déportent-elles le risque par une volatilisation plus importante ? En tout état de cause les différents indicateurs mobilisés dans notre étude ont identifié des risques d'exposition aiguë ou chronique confortés par les phrases de danger des substances concernées. La question du port des équipements de protection individuelle (EPI) par les applicateurs des pesticides doit être prioritaire de même que le respect des bonnes pratiques de traitement (proximité d'habitation, exposition passive d'enfants ou d'adultes pendant les traitements, contamination d'eau de consommation à cause de distances de traitement à un point d'eau non respectée...). Le port des EPI par les applicateurs reste un sujet préoccupant car ceux-ci sont peu adaptés aux conditions tropicales, souvent peu accessibles mais surtout très onéreuses. Les modèles IRSA (Indicateur de Risque pour la Santé Applicateurs) et BROWSE (Bystanders, Residents, Operators and WorkerS Exposure models for plant protection products) prennent bien en compte ces risques pour la santé des applicateurs et/ou riverains exposés à condition d'accéder aux données d'utilisation des pesticides. L'accès à toutes ces données précises est primordial et doit faire l'objet d'une attention particulière pour la suite du projet. Pour faciliter l'accès à ces données d'usage, un outil d'aide à la décision numérique pourrait être développé pour permettre aux producteurs/applicateurs de considérer la dangerosité des produits, de l'emballage du produit aux scores des indicateurs de risque par analyse d'images. Ces données d'usage pourraient alimenter une base de données des usages sur un mode participatif et être accessible via un smartphone.

5.3. COMPLETER L'APPROCHE INDICATEURS PAR DES ECHANTILLONNAGES

Le principal reproche généralement opposé aux indicateurs d'évaluation des risques consiste à dire que leurs scores n'ont pas été validés par des mesures. Cette validation est quasiment impossible tant les situations d'usage sont nombreuses nécessitant des expérimentations de longue durée et très coûteuses. Cependant, des outils alternatifs d'échantillonnage des eaux existent et notamment

²² Pesce S., Mamy L., Sanchez W., et al. 2023. Main conclusions and perspectives from the collective scientific assessment of the effects of plant protection products on biodiversity and ecosystem services along the land-sea continuum in France and French overseas territories. *Environmental Science and Pollution Research* : 16 p.

²³ <https://smartis.re/PHYTOAIDE>

²⁴ Basset C., 2016. Emissions au champ de pesticides vers l'air en conditions tropicales : état de l'art et perspectives de recherche : Ademe, 38.

des échantillonneurs intégratifs passifs (EIP) de type POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler). Ces EIP permettent de caractériser un large éventail de contaminants organiques comme les pesticides ainsi que des résidus médicamenteux. Ces échantillonneurs ont été comparés aux résultats de l'observatoire des pollutions de Martinique (bassin-versant du Galion du dispositif OPALE). L'étude a permis de montrer que l'utilisation d'EIP de type POCIS constitue un substitut pertinent à l'échantillonnage composite hebdomadaire d'eaux du bassin-versant, car il permet de réaliser des échantillons intégratifs stables, facile à stocker et à exporter, avec des limites de détection analytiques *in fine* plus basses en raison de leur caractère intégratif dans le temps. L'utilisation de ces EIP ont même permis de constater la présence de molécules, jusqu'alors non quantifiées dans les suivis de l'observatoire, qui contaminent de façon globale le bassin-versant – c'est notamment le cas du tolyltriazole, utilisé comme agent anticorrosif dans les liquides de refroidissement. Les rejets de station d'épuration d'eau potable pourraient également être responsables de la présence de molécules pharmaceutiques retrouvés lors de ces analyses (carbamazépine, oxazépam, etc.) et destinées à la santé humaine²⁵. S'agissant, de la qualité sanitaire des produits alimentaires, les méthodes d'immunolocalisation d'immunodosage (ELISA) en cours de développement permettront également d'apporter des données fiables sur la contamination des produits alimentaires (ou tout autre matrice) par les pesticides. Même si les outils de diagnostic sont en cours de développement ceux-ci nécessiteront de pouvoir bénéficier d'anticorps fiables, ce qui est le cas aujourd'hui pour quelques substances actives comme le 2-4D, l'atrazine, le glyphosate et l'AMPA et l'acétamipride et en cours pour la chlordécone et ses produits de dégradation (projet FEROCÉ-France2030).

7. Documents consultables

- Le Bellec, F et al. (2025). Base de données des usages des pesticides de synthèse et indicateurs de risques associés. <https://agritrop.cirad.fr/612156/>
- Ruf F., Kiendré J., Galo A., Kra N., Gnangon E., N'Guessan C., Kouakou H., Dorgeles, 2024. Base de données « Intrants chimiques et organiques cacao Côte d'Ivoire 2012-2022 » (Base de données). CIRAD, Montpellier, France.

²⁵ Le Bellec F. (coord.), Espinasse F. (coord.), André P., Andrieu N., Beillouin D., Bourgeois R., Catherine Y., Cattan P., Cerdan C., Darnaudery M., Dorel M., Dorey E., Fréguin-Gresh S., Goebel R., Lemeilleur S., Mottes C., Poser C., Parrot L., Pak L-T., Ripoché A., Sourisseau J-M., 2024. Rapport final d'exécution du projet Territoires Durables. CIRAD, Montpellier, 127 p.



Pretag Initiative
Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

CHAPITRE 2 : CARACTERISER LES LEVIERS TECHNIQUES PERMETTANT DE DEVELOPPER DES ALTERNATIVES A L'USAGE DES PESTICIDES DE SYNTHESE

Martin T., André P., Risede J. M., Lammoglia K., Sester M., Deletre E., Diabate S., Konan A. J. K., Le Bellec A., Blouin F., Ghneim-Herrera T., Côte F.X. 2025. Chapitre 2. Caractériser les leviers techniques permettant de développer des alternatives à l'usage des pesticides de synthèse. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 39-55. [https://doi.org/ 10.18167/agritrop/00830](https://doi.org/10.18167/agritrop/00830)

COORDINATION ET CONTRIBUTEURS

Coordination :

Thibaud Martin (thibaud.martin@cirad.fr)

Contributeurs :

Perrine André

Jean-Michel Risedé

Karen Lammoglia

Mathilde Sester

Emilie Deletre

Seydou Diabate

Arthur J.K. Konan

Fabrice Le Bellec

Thaura Ghneim-Herrera

François X. Côte

OBJECTIF PRINCIPAL

1. Identifier et caractériser les pratiques alternatives basées sur les principes de l'agroécologie permettant de réduire ou de s'affranchir de l'usage des pesticides dans les 5 cas d'étude filière de Pretag (banane, cacao, café, maraichage, riz). ^[OBJ]

RESUME

Le projet Pretag a permis de produire un guide des pratiques alternatives à l'utilisation des pesticides de synthèse, basé sur une revue bibliographique. Ce guide recense et documente dans 20 fiches spécifiques les 20 principaux leviers qui de façon directe ou indirecte permettent de réduire l'usage des pesticides de synthèse en agissant sur la santé des plantes, le contrôle du développement des bioagresseurs ciblés dans différentes cultures tropicales. Des informations concernant les conditions de mise en œuvre de ces leviers ainsi que la performance agronomique et environnementale sont également présentés quand cela a été possible, une référence à la faisabilité économique. Des exemples d'application et des références bibliographiques sont également fournis. Ces fiches ont été élaborées à partir de retours d'expériences des chercheur.e.s en contact avec les agriculteurs et les "terrains", de connaissances scientifiques, ainsi que des résultats de recherches menées par les équipes du Cirad et leurs partenaires dans différentes régions tropicales, portant sur divers systèmes de cultures, notamment maraîchage, banane, riz, café et cacao.

La revue de ces pratiques a mis en évidence qu'aucune technique alternative basée sur les concepts de l'agroécologie ne peut remplacer à elle seule le recours aux différentes familles de pesticides de synthèse (herbicide, insecticide, fongicide, ...). Le guide souligne aussi que des facteurs environnementaux, tels que le pédoclimat, la biodiversité, la diversité des plantes cultivées, la santé des sols et l'équilibre des écosystèmes, jouent un rôle majeur dans la réduction des risques liés aux bioagresseurs. Par ailleurs, une plante en bonne santé dans un écosystème équilibré, sera toujours plus résistante aux attaques des bioagresseurs, si elle est cultivée en l'absence de stress hydrique ou thermique dans un sol vivant, riche en micro-organismes, avec des pratiques agronomiques intégrant des associations culturales adaptées et une rotation avec des cultures complémentaires.

Ainsi pour répondre à la nécessité de devoir combiner plusieurs techniques, nous avons proposé une structure en forme de pyramide pour illustrer une approche générique de la gestion agroécologique des bioagresseurs d'une culture. La "base" de la pyramide est un préalable au développement d'une transition agroécologique. Cette base intègre des leviers favorables à une bonne santé du système agricole rendant le système plus résilient et performant. Elle est complétée par le niveau suivant qui intègre les leviers de surveillance et de limitation des infestations. Il s'agit des leviers consistant à réduire les risques de contamination, d'infestation et de pullulations des bioagresseurs. Les leviers de ces deux premiers niveaux reposent sur des techniques agronomiques et prophylactiques qui assurent une bonne santé de l'agrosystème et des plantes cultivées. Viennent ensuite les niveaux supérieurs qui introduisent des mesures biologiques et physiques permettant de compléter les défenses des plantes contre les bioagresseurs. Le contrôle biologique regroupe des leviers relatifs au contrôle des bioagresseurs grâce à des techniques reposant sur des processus biologiques (prédation, parasitisme, attraction, etc.). Le contrôle physique regroupe des leviers relatifs au contrôle des bioagresseurs grâce à des techniques reposant sur des processus physiques. Le dernier niveau enfin intègre les leviers de type Biocides. Les biocides sont relatifs au contrôle des bioagresseur grâce à l'application de substances naturelles présentes dans l'environnement. Ils sont composés d'extraits de plantes ou de microorganismes et peuvent être utilisés soit en préventif pour réduire les risques d'infestation soit en curatif avec une fréquence plus élevée d'application pour réguler la population d'un bioagresseur. En effet contrairement aux molécules chimiques de synthèse les biocides sont rapidement dégradés dans l'environnement d'où leur moindre efficacité pour le contrôle des ravageurs ce qui peut être compensé par une augmentation de la fréquence d'application. Le guide souligne l'importance de la combinaison de leviers pour développer des alternatives opérationnelles visant la réduction de l'usage des pesticides et illustre ce principe par le cas d'étude banane.

Les pratiques agroécologiques mises en place par le producteur doivent bien sûr être adaptées aux contextes locaux, tant en termes d'environnement que de systèmes de cultures ou de climat, avec un accompagnement continu de la recherche pour informer sur les risques d'invasions de bioagresseurs, sur les progrès des techniques agroécologiques mais aussi en lien avec des réseaux d'agriculteurs pour échanger régulièrement des savoirs et des ressources, des problèmes et des solutions. Cette approche se veut flexible et évolutive, en priorisant les techniques jugées les plus efficaces et les moins coûteuses par les acteurs selon les spécificités de chaque culture et de chaque territoire.

Beaucoup reste à faire pour trouver les bonnes combinaisons de techniques adaptées aux différentes cultures, territoires, climat et marchés d'une part et d'autre part de l'évaluation des coûts de ces stratégies de protection agroécologiques. Seules quelques-unes ont pu être évaluées. Certains leviers sont coûteux au moment de leur implémentation comme les haies et les plantes de service qui apportent des services de plus en plus importants au fur et à mesure de leur développement avec une amélioration de la fertilité des sols, une meilleure régulation des bioagresseurs par les ennemis naturels ou une pollinisation plus efficace des espèces cultivées. D'autres leviers relevant de la protection physique comme les filets anti-insectes ou le paillage plastique nécessitent un investissement élevé mais qui sera amorti dans le temps voire réduit par des mesures incitatives comme des réductions de taxes accordées pour la plupart du matériel agricole. D'autres encore favorisant la diversité des espèces cultivées donc la biodiversité vont avoir un impact positif non négligeable mais difficile à évaluer car lié à l'amélioration de la résilience du système d'exploitation sur le long terme face à l'arrivée potentiel de nouveaux bioagresseurs ou d'évènements climatiques extrêmes. Enfin l'évaluation des coûts cachés est un véritable challenge pour évaluer les bénéfices de la protection agroécologique des cultures. Ils portent sur l'amélioration de la santé des sols qui va être le garant de leur durabilité, l'augmentation de la biodiversité et de tous les services directs et indirects qu'elle permet que ce soit pour la régulation des bioagresseurs, l'abondance et la diversité des pollinisateurs tant pour les espèces cultivées que pour l'apiculture et enfin sur la réduction des risques d'intoxication pour les agriculteurs et les consommateurs.

La suite de ce travail consistera à : 1) Poursuivre les recherches sur les différents leviers; 2) Co-construire avec les acteurs des territoires des agroécosystèmes intégrant ces techniques agroécologiques de protection des cultures et leurs contraintes techniques, économiques et climatiques (y compris changement climatique en cours); 3) Evaluer leurs performances et les impacts environnementaux en lien avec la demande des marchés; 4) Communiquer et faire la promotion de ces nouveaux systèmes agroécologiques en lien avec la création de nouveaux secteurs d'activités. La poursuite du travail pourra également concerner de nouvelles filières telles que le coton, la canne à sucre ou le palmier à huile. Ces filières pourront ainsi contribuer à enrichir et à compléter les 20 fiches techniques proposées.

SUMMARY

The PRETAG project has produced a comprehensive guide outlining alternative practices to reduce reliance on synthetic pesticides, informed by an in-depth bibliographic review. This guide features a collection of 20 technical sheets, each detailing methods with direct or indirect impacts on plant health. Each sheet provides detailed information on targeted pests, relevant crops, application conditions, and agronomic and environmental performance. Where applicable, they also provide insights into economic feasibility. Each sheet is supplemented with practical application examples and relevant bibliographic references.

The guide was created by leveraging field insights from researchers working closely with farmers, integrating scientific knowledge, and drawing on research conducted by CIRAD teams and their partners in various tropical regions. The practices outlined span multiple cropping systems, including vegetable farming, bananas, rice, coffee, and cocoa.

The review of these practices revealed that no single alternative technique based on agroecological concepts can fully replace the use of synthetic pesticide families (herbicides, insecticides, fungicides, etc.). The guide also highlights the critical role of environmental factors—such as soil and climate conditions, biodiversity, crop diversity, soil health, and ecosystem balance—in mitigating risks posed by pests and pathogens.

Moreover, a healthy plant in a balanced ecosystem is inherently more resilient to pest attacks. This resilience is enhanced when the plant is cultivated without water or heat stress, in living soils rich in microorganisms, and under agronomic practices that incorporate appropriate crop associations and rotations with complementary crops.

To address the necessity of combining multiple techniques, we introduced a pyramid-shaped framework to represent a generic approach to agroecological pest and pathogen management.

The “base” of the pyramid represents a prerequisite for developing an agroecological transition. This foundation includes levers that promote the overall health of the agricultural system, making it more resilient and efficient. It is complemented by the next level, which focuses on monitoring and limiting infestations. This level comprises strategies aimed at reducing risks of contamination, infestation, and pest outbreaks. The levers in these first two levels are based on agronomic and prophylactic techniques that ensure the health of the agroecosystem and cultivated plants.

The upper levels of the pyramid then introduce biological and physical measures to further enhance plant defenses against pests and pathogens. Biological control involves levers based on biological processes such as predation, parasitism, or attraction to manage pests while physical control includes levers based on physical processes to control pests.

Finally, the top level of the pyramid incorporates biocidal levers, which rely on the application of natural substances found in the environment. Derived from plant extracts or microorganisms, these biocides can be applied preventively to reduce infestation risks or curatively, with increased application frequency, to control pest populations. Unlike synthetic chemical molecules, biocides degrade rapidly in the environment, which limits their efficacy in pest control but can be offset by increasing the frequency of application.

The guide emphasizes the importance of combining these levers to develop operational alternatives for reducing pesticide use. This principle is illustrated through the case study of banana cultivation.

Agroecological practices implemented by producers must be tailored to local contexts, taking into account the environment, cropping systems, and climate. These practices require sustained research support to assess pest invasion risks, advance agroecological techniques, and foster collaboration

through farmer networks for exchanging knowledge, resources, challenges, and solutions. This approach is designed to be flexible and adaptive, prioritizing techniques considered most effective and cost-efficient by stakeholders, based on the specific characteristics of each crop and territory.

Much work remains to identify the right combinations of techniques tailored to different crops, territories, climates, and markets, as well as to evaluate the costs of these agroecological protection strategies. Only a few of these strategies have been thoroughly assessed so far. Some levers, such as hedgerows and cover crops, are costly to implement initially but provide increasing benefits over time. These include improved soil fertility, better pest regulation through natural enemies, and more efficient pollination of cultivated species. Other levers, like physical protection measures such as insect nets or plastic mulching, require significant upfront investments, but these can be amortized over time or offset through incentives, such as tax reductions on most agricultural equipment. Additional levers, such as promoting crop diversity and thus biodiversity, have a significant positive impact. However, these benefits are harder to quantify as they are tied to the long-term resilience of farming systems in the face of potential new pests or extreme climatic events.

Finally, assessing hidden costs remains a key challenge in evaluating the benefits of agroecological crop protection. These include improvements in soil health, which underpin sustainability, increased biodiversity and the direct and indirect services it provides (e.g., pest regulation, abundance and diversity of pollinators for both cultivated species and beekeeping), and reduced risks of poisoning for farmers and consumers alike.

In conclusion, this work resulted in the development of a generic method for designing and evolving agroecological protection strategies across different cropping systems. This method combines diverse, complementary levers to preserve and enhance the health of cultivated plants while offering added protection against pests and, in certain cases, extreme climatic events. While certain strategies are already being implemented by producers, many others still require validation or innovation.

The next steps for this work include:

- Continuing research on the different levers.
- Co-constructing agroecosystems with local stakeholders that incorporate these agroecological protection techniques while addressing their technical, economic, and climatic constraints (including ongoing climate change).
- Evaluating the performance and environmental impacts of these systems in response to market demands.
- Communicating and promoting these new agroecological systems in alignment with the creation of new business sectors.

Another critical step will involve developing and compiling specific strategies or combinations of levers tailored to each cropping system—not only for the five studied value chains but also for others such as cotton, sugarcane, and oil palm.

INTRODUCTION

Les espèces cultivées sont des entités vulnérables à différentes pressions venant de l'environnement. D'autant plus que les variétés cultivées ont le plus souvent été sélectionnées en priorité pour leur capacité de production en quantité et en qualité, dans une moindre mesure pour leur tolérance aux bioagresseurs, beaucoup moins pour leur robustesse face aux aléas climatiques.

Ces pressions peuvent être à l'origine de facteurs abiotiques comme les événements climatiques extrêmes, ou bien de facteurs biotiques comme les maladies, ravageurs ou adventices, que nous appellerons bioagresseurs. Ces pressions sont exacerbées en milieu tropical où les conditions climatiques sont souvent plus favorables aux développements de ces bioagresseurs (conditions chaudes, plus ou moins humides). Pour y faire face, plusieurs méthodes de protection des plantes et de lutte contre les bioagresseurs sont expérimentées depuis de nombreuses années un peu partout dans le monde. Certaines d'entre-elles font usages de pesticides [1], lesquels ne peuvent pas être employés sans en questionner leurs impacts sur la santé humaine, animale et environnementale (eaux, sols, micro-organismes, etc.).

Or, les contextes réglementaires et les modes de contrôles sont parfois plus permissifs en zone tropicale concernant les usages des pesticides, qui s'avèrent souvent insuffisamment encadrés. Il existe ainsi un nombre conséquent de substances actives utilisées dans ces territoires qui sont maintenant interdites en Union Européenne compte tenu de leur profil éco-toxicologique (cf. WP1).

À cela s'ajoute la sélection de populations résistantes chez les bioagresseurs qui ont été sélectionnés par l'intensité et l'usage fréquent de pesticides de même familles chimiques depuis de nombreuses années (ex : années 1940 pour les organochlorés (OC), 1950 pour les organophosphorés (OP), années 1980 pour les pyréthriinoïdes et années 1990 pour les néonicotinoïdes). Ce phénomène de résistance aux pesticides peut provoquer des résistances croisées à d'autres familles chimiques.

A cela s'ajoute également les invasions récurrentes de nouveaux bioagresseurs venus sans leurs cortèges d'ennemis naturels. D'où la nécessité de disposer d'une biodiversité la plus riche possible afin que ces nouvelles espèces puissent être régulées par les ennemis naturels présents localement.

Ainsi, les cultures en contexte tropical font face à de nombreuses pressions qui évoluent et peuvent s'additionner avec des impasses techniques quant aux possibilités d'une protection durable des cultures entraînant alors les agriculteurs dans une spirale infernale d'utilisation croissante de pesticides sans toujours respecter malheureusement les bonnes pratiques phytosanitaires en matière de protection individuelle, de dose, de fréquence ou de période de traitement avant récolte.

Par ailleurs ce recours systématique aux traitements chimiques préventifs impacte directement plusieurs services écosystémiques que ce soient les ennemis naturels et les pollinisateurs mais aussi les micro-organismes utiles tant sur les parties aériennes des plantes que dans le sol et indirectement toute la biodiversité environnante. La plus-value apportée par les pesticides chimiques par rapport à un système agroécologique plus robuste est donc loin d'être toujours assurée.

Sur la base d'une synthèse bibliographique, un guide des pratiques ou "leviers" alternatifs à l'usage des pesticides a été proposé sous la forme de 20 fiches techniques/documents pédagogiques. Ces fiches comprennent :

- la description de la pratique (bioagresseurs et cultures concernées, temporalité et conditions associées à la mise en œuvre),
- la performance de cette pratique sur les plans agronomique, environnemental et économique,

- un ou plusieurs exemples d'application,
- des références bibliographiques associées.

Ces fiches ont été conçues à partir de nombreux documents existants, fondés sur des connaissances empiriques et/ou scientifiques, et destinés à différents publics et contextes. Elles s'appuient également sur des résultats de recherches menées dans diverses régions tropicales et pour des systèmes de cultures variés, notamment dans les filières maraîchage, banane, riz, café et cacao.

1. Principes de construction du guide des leviers techniques pour développer des alternatives aux pesticides

Une technique alternative aux pesticides basée sur les concepts de l'agroécologie ne peut à elle seule se substituer à l'usage des pesticides de synthèse. Il est en effet illusoire de penser qu'un pesticide biologique (ou biocide) pourra être aussi efficace qu'une molécule synthétisée pour maximiser son efficacité et sa rémanence. Une molécule synthétique est généralement conçue pour surpasser son modèle biologique, souvent constitué d'un mélange d'isomères plus ou moins actifs et de molécules plus ou moins toxiques.

Par ailleurs, l'environnement de la culture influence fortement les risques liés aux bioagresseurs. Par exemple, une variété sensible à fort potentiel de production, cultivée en monoculture sur une grande parcelle, sera toujours plus exposée aux bioagresseurs qu'une culture associée composée de variétés résistantes et protégée par des plantes de service. Ces dernières peuvent atténuer les effets négatifs des événements climatiques extrêmes, limiter la concurrence des adventices, ou encore héberger des hôtes utiles fournissant des services de prédation et de pollinisation.

Un sol vivant, bien équilibré en sable et argile, riche en matière organique et en microorganismes, contribue également à réduire les risques d'infection par les nématodes et pathogènes du sol. Ce phénomène s'explique par des effets de dilution et de compétition entre microorganismes, mais aussi par la stimulation des défenses immunitaires des plantes (ex : *Trichoderma* spp.). Un sol sain assure également une alimentation régulière et de qualité aux plantes, notamment grâce à des mycorhizes.

En outre, la connaissance par les producteurs des services écosystémiques mobilisables sur leur exploitation (ex : prédateurs, pollinisateurs) et la surveillance régulière de leurs cultures (ex : symptômes de maladies, dégâts de ravageurs) constituent des atouts majeurs. Ces pratiques permettent d'intervenir précocement sur les premiers symptômes infectieux ou les stades larvaires initiaux, afin de prévenir les pullulations et préserver la santé des plantes cultivées. Cet apprentissage des risques, des techniques et des savoir-faire est un processus continu pour les agriculteurs en transition agroécologique. Il est facilité par leur mise en réseau avec d'autres producteurs ou acteurs territoriaux engagés dans la même démarche évolutive.

La structuration de ce guide repose sur le principe qu'une plante bien adaptée à son environnement et en bonne santé se défendra toujours mieux contre les bioagresseurs qu'une plante en situation de stress. Il convient donc de prioriser tous les facteurs contribuant à la santé des plantes cultivées et de leurs écosystèmes. Cela passe notamment par l'application des bonnes pratiques agronomiques : optimisation de la structure et de la vie du sol, fertilisation, apport en eau et drainage, rotations et associations culturales. Ces conditions optimales, spécifiques à chaque espèce cultivée et territoire, permettent aux plantes et à leurs microbiotes associés d'exprimer pleinement leurs défenses naturelles contre les bioagresseurs.

En complément, d'autres techniques peuvent être mises en œuvre pour réduire l'enherbement, les risques de contamination par les pathogènes et l'attraction des bioagresseurs. Ces leviers incluent des solutions physiques et/ou biologiques qui renforcent les défenses naturelles des plantes cultivées. Par exemple, les composés volatiles organiques produits par des plantes de service ou des diffuseurs peuvent repousser certains ravageurs, perturber leur reproduction ou les attirer dans des pièges.

Enfin, l'utilisation de biocides à base de plantes ou de microorganismes, dotés d'un large spectre d'activité, peut être envisagée à titre préventif pour réduire l'attractivité des bioagresseurs ou leur installation sur les plantes. Les biocides à spectre spécifique, quant à eux, sont recommandés en curatif pour abaisser les populations de bioagresseurs sous leur seuil de nuisibilité.

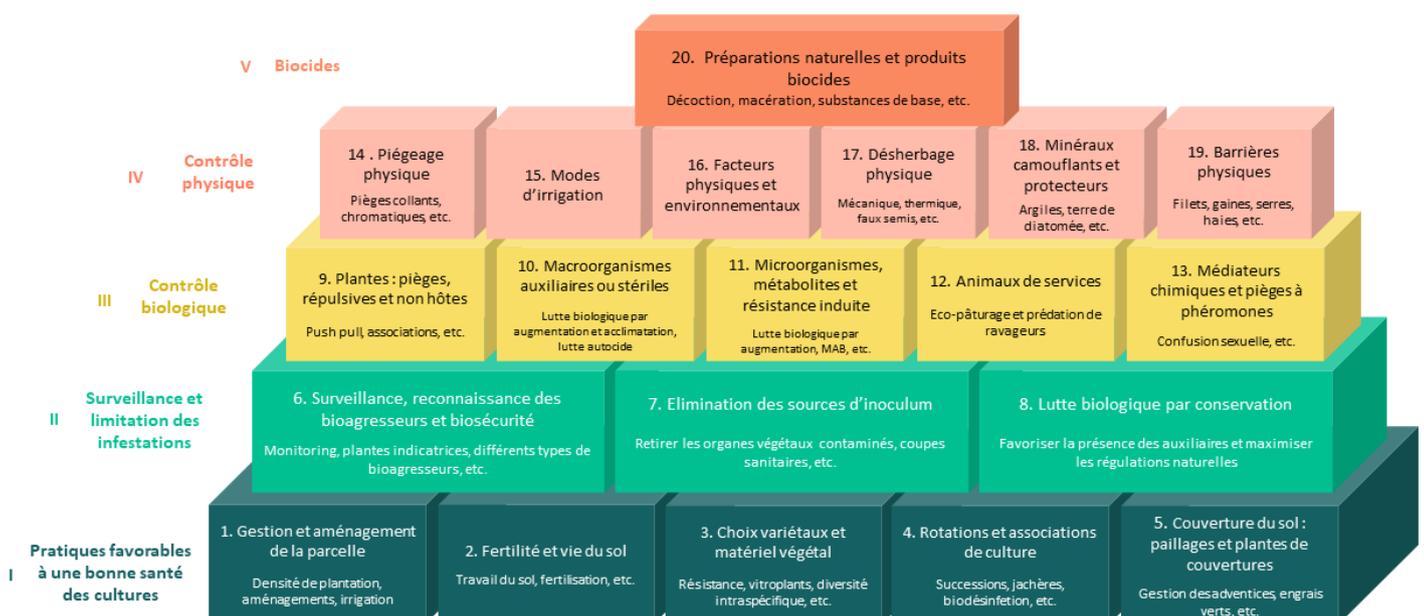
L'objectif de ce travail était de capitaliser les données existantes et de développer un cadre conceptuel commun facilitant les échanges entre chercheurs et, de manière générale, entre les acteurs du changement. Ce guide propose ainsi une organisation logique et une représentation organisation logique et une représentation synthétique des leviers agroécologiques permettant de réduire, voire d'éliminer, l'utilisation des pesticides chimiques.

2. Principes de construction du guide des leviers techniques pour développer des alternatives aux pesticides

Ce guide, en annexe de ce document, décrit 20 leviers techniques génériques de protection agroécologique des cultures pour la réduction de l'usage des pesticides. Ces leviers s'appliquent à cinq systèmes de culture (banane, cacao, café, maraîchage et riz) dans des territoires spécifiques. Ils s'intègrent dans une stratégie de protection agroécologique des cultures, à l'échelle de la parcelle et de son environnement proche, et reposent sur les principes d'interactions entre les communautés végétales, animales et microbiennes. Cette stratégie vise à réduire les risques de pullulation (également appelés seuils de nuisibilité) grâce à l'emploi judicieux de différentes pratiques qui se complètent et s'additionnent pour favoriser la bonne santé de l'agrosystème et des plantes cultivées.

Le schéma de la pyramide que nous proposons ci-dessous (Figure 1) est inspiré des travaux de Bruchon et al. (2015), de Pesticide Action Network Europe (2017), ainsi que de Gliessman (2007), HLPE (2019), Wezel (2020) et Deguine et al. (2023). Il permet d'illustrer et de visualiser de façon simple la structuration de la démarche de protection agroécologique des espèces cultivées. Chaque "brique" est équivalente à un levier, qui fait référence à une fiche technique détaillée dans le guide, avec ses avantages, ses inconvénients et quelques exemples d'application.

Figure 1 : Pyramide des leviers techniques pour une protection agroécologique des cultures sans pesticides de synthèse, classés par ordre de priorité : I) pratiques favorables à une bonne santé des cultures, II) surveillance et limitation des infestations, III) contrôle biologique, IV) contrôle physique, V) biocides.



Nous avons distingué cinq catégories (« couches ») de leviers :

- I) **Pratiques favorables à une bonne santé du système agricole** : il s'agit des pratiques agronomiques qui rendent le système plus résilient et performant.
- II) **Surveillance et limitation des infestations** : il s'agit des leviers consistant à réduire les risques de contamination, d'infestation et de pullulations des bioagresseurs.
- III) **Contrôle biologique** : il s'agit des leviers relatifs au contrôle des bioagresseurs grâce à des techniques reposant sur des processus biologiques (prédation, parasitisme, attraction, etc.).
- IV) **Contrôle physique** : il s'agit des leviers relatifs au contrôle des bioagresseurs grâce à des techniques reposant sur des processus physiques.
- V) **Biocides** : il s'agit des leviers relatifs au contrôle des bioagresseurs grâce à l'application de substances présentes dans l'environnement.

Au même titre que pour la santé humaine, la santé des plantes cultivées peut être préservée en limitant les facteurs à risques (i.e. cultures monospécifiques) et en appliquant une stratégie préventive multifactorielle (i.e. cultures diversifiées, choix variétaux judicieux, etc.). En effet, les cultures en bonne santé résistent mieux aux contraintes abiotiques et aux attaques des bioagresseurs. Plus vigoureuses, les plantes cultivées peuvent aussi compenser la concurrence des adventices et certains dégâts des bioagresseurs. Ainsi, les deux premiers « étages » (i) et (ii) sont essentiels et constituent les « fondations » d'une bonne santé des cultures et de leur résilience. Etant des leviers préventifs et prophylactiques, ils doivent être envisagés en priorité (souvent avant même la plantation) selon la stratégie du/de la chef-fe d'exploitation. Les trois derniers étages (iii), (iv) et (v) sont à mettre en œuvre dans une logique préventive et/ou curative et doivent répondre à la nature du bioagresseur ciblé. Pour cela il est primordial d'être en mesure d'identifier la nature de l'agression de la culture (levier 6) afin de mettre en place les leviers techniques adaptés. Ces leviers constituent une sorte de « boîte à outils » dont l'utilisateur pourra choisir celui ou ceux qui lui conviennent le mieux en termes de technicité, de charge de travail, de capacité d'investissement, de risque, etc. Nombreux sont les concepts agronomiques recoupant ces leviers : prophylaxie, biocontrôle, agroforesterie, permaculture, plantes de services, culture sur sols vivants, etc. Ces concepts sont composés de plusieurs fondamentaux techniques présents et identifiables aux travers de ces leviers et à différents étages.



Ce guide prône trois approches fondamentales pour une protection durable des cultures tropicales sans recours aux pesticides de synthèse : préserver la santé des cultures et des agroécosystèmes grâce à des pratiques préventives et aux régulations naturelles, identifier rapidement les bioagresseurs afin d'appliquer des solutions adaptées, et orchestrer une combinaison de techniques pour assurer une protection pérenne.

La démarche vise à sélectionner les leviers les plus adaptés en priorité, puis à en intégrer progressivement d'autres pour renforcer l'équilibre de l'agroécosystème. Cette transition nécessite un accompagnement par la recherche, le conseil agricole et la mise en réseau des acteurs, afin de favoriser le partage des savoirs et la mutualisation des ressources.

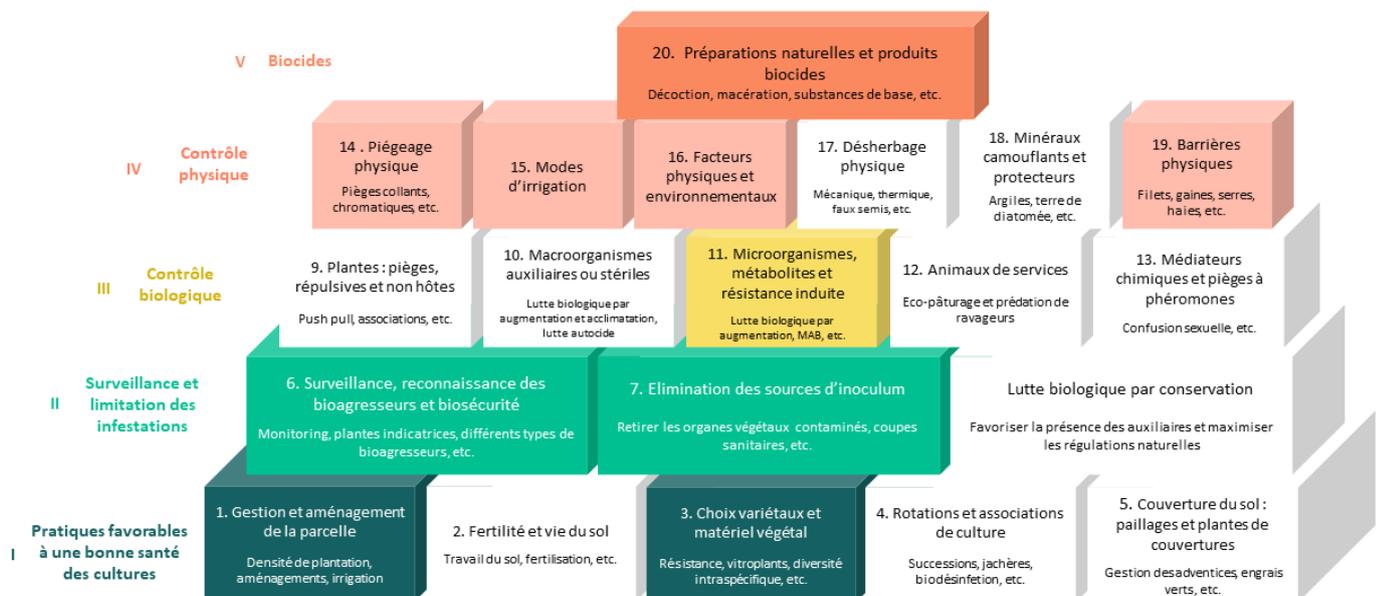


En somme, ce guide défend trois grandes idées afin de protéger durablement les cultures tropicales sans pesticides de synthèse :

1. Privilégier en premier lieu une bonne santé de la culture et de l'agroécosystème en limitant les facteurs de risque, en appliquant des stratégies préventives et en favorisant les régulations naturelles ;
2. Diagnostiquer précocement la nature et l'ampleur des attaques de bioagresseurs afin de mettre en place les leviers techniques ciblés et adaptés. Savoir ainsi différencier les ravageurs des auxiliaires de culture ;
3. Combiner judicieusement les leviers techniques afin de rendre la stratégie de protection plus efficace dans la durée.

Cependant toutes les techniques ne sont pas applicables à tous les systèmes de cultures. En fait ce sont des combinaisons de leviers qui permettent de réduire l'utilisation de pesticides. A titre d'illustration, les figures 2 et 3 illustrent comment une combinaison judicieuse de leviers permet de réduire l'utilisation de fongicides dans les cultures de bananes et de s'affranchir de nématicides dans ces mêmes cultures.

Figure 2 : Combinaison de leviers pour la réduction de l'usage des fongicides dans les cultures de banane. Les leviers recommandés sont ceux indiqués en couleur.



Il ne s'agit donc pas de mettre en pratique tous les leviers mais de choisir en priorité les plus pertinents et si besoin en intégrer d'autres progressivement pour améliorer l'équilibre de l'agroécosystème. Cette approche doit aussi être adaptée à la technicité et aux connaissances des agriculteurs tout en prenant en compte les attentes du marché et leur capacité d'investissement. L'approche se veut aussi évolutive avec la nécessité de prioriser la mise en place de techniques qui seront jugées plus pertinentes ou plus efficaces que d'autres. Ces remarques soulignent la nécessité d'un accompagnement de la transition par la recherche et le conseil agricole mais aussi l'intérêt de la mise en réseaux des acteurs des chaînes de valeur pour que les producteurs puissent échanger leurs connaissances et mutualiser leurs moyens.

Figure 3 : Combinaison de leviers pour la réduction de l'usage des nématicides dans les cultures de banane. Les leviers recommandés sont ceux indiqués en couleur.



L'efficacité propre à chaque levier n'est pas toujours facile à évaluer dans un système agroécologique par nature complexe mais l'effet de chaque levier peut être cumulatif voire multiplicatif. Ces approches à la parcelle peuvent aussi être complétées à l'échelle du paysage, par des techniques de lutte biologique basées sur l'introduction, la multiplication et le lâcher d'ennemis naturels spécifiques (ex : parasitoïde) ou d'insectes ravageurs stériles (ex : mouche des fruits) pour permettre de réguler les populations de ravageurs invasifs qui arrivent généralement sans leur cortège d'ennemis naturels.

Certains leviers utilisés seuls peuvent avoir une efficacité limitée mais deviennent plus performants en association avec d'autres leviers (**Tableau 1**). C'est par exemple le cas de l'introduction de macroorganismes auxiliaires (levier 10) en système fermé (levier 19) avec l'aménagement d'habitats des ennemis naturels avec des plantes de couverture (leviers 5) ou de haies sur le principe de la lutte biologique par conservation (levier 8). Au contraire, certains leviers, selon leur mise en œuvre, pourront s'avérer incompatibles (**Tableau 1**). C'est le cas de la technique de couverture du sol (levier 5) par la mise en œuvre de plante de couverture, incompatible avec le désherbage physique (levier 17) en inter-rang.

Les savoir-faire locaux et traditionnels jouent un rôle clé dans le développement des solutions alternatives. De nombreuses innovations ont émergé grâce à la capacité d'adaptation et à la créativité des acteurs locaux. L'adoption et le développement de certaines de ces techniques alternatives peuvent également constituer une source d'emploi pour les jeunes.

L'intérêt de ce guide est de révéler le caractère générique et transversale de ces approches agroécologiques de protection des cultures. Cependant, tous ces leviers étant « contexte dépendant », ils doivent être adaptés aux particularités des systèmes de cultures, aux territoires et aux modèles

Tableau 1 : Tableau des complémentarités et incompatibilités des leviers techniques (pris 2 à 2). En vert clair les leviers complémentaires par définition, en vert foncé les leviers complémentaires montré scientifiquement (+), en blanc les leviers supposés complémentaires mais non montré scientifiquement et en rouge les leviers qui peuvent être compatibles ou incompatibles (±).

20 leviers techniques																				
1. Gestion et aménagement de la parcelle	1																			
2. Fertilité et vie du sol		2																		
3. Choix variétaux et matériel végétal			3																	
4. Rotations et associations				4																
5. Paillages et plantes de couverture					5															
6. Surveillance et reconnaissance						6														
7. Elimination des sources d'inoculum							7													
8. Lutte biologique par conservation								+												
9. Plantes pièges barrières et répulsives									+											
10. Macroorganismes										+										
11. Microorganismes																				
12. Animaux de services											±									
13. Médiateurs chimiques													+							
14. Piégeage physique														+						
15. Aspersions																				
16. Solarisation															+					
17. Désherbage physique																±	±	±	+	
18. Minéraux camouflant																				
19. Barrières physiques																				
20. Préparations biocides																				

économiques des exploitations. La généralisation de ces leviers nécessitera en outre des approches concertées et holistiques dépassant le seul niveau de décision du producteur (Côte et al., 2022). En effet, la transition agroécologique vers des agrosystèmes plus économes en pesticides de synthèse requiert des décisions à grande échelle en ce qui concerne les innovations organisationnelles, la gestion et le partage des ressources sensibles (eau, sols, etc.), les marchés, etc. Ces défis sont d'autant plus importants dans certaines zones tropicales à fort enjeux sociétaux (demande alimentaire croissante, niveau de pauvreté en zone rurale, inégalités de genre, etc.) et exposés aux conséquences du dérèglement climatique. Certains leviers relevant de la lutte physique et basés sur l'utilisation des composés volatils relatifs sont encore peu utilisés mais sont très prometteurs. Pour l'instant limités à l'attraction de ravageurs dans des pièges à phéromone, ils pourraient dans un avenir proche repousser des ravageurs ou attirer des ennemis naturels voire diagnostiquer l'état sanitaire des plantes cultivées. Ces leviers relèvent de l'écologie chimique autrement dit des interactions multiples entre les organismes vivants basées sur la production et la réception de composés

organiques volatiles. Le décodage de ces signaux olfactifs et leur utilisation pourrait permettre à terme de pouvoir mieux diagnostiquer l'état sanitaire des cultures et de pouvoir solliciter les défenses immunitaires des plantes.

3. Suites possibles de l'étude

Sur la base de ces éléments et de nos expériences menées sur plusieurs continents (Afrique, Asie, Amérique Latine), il apparaît qu'une réduction de l'utilisation des pesticides est envisageable, en s'inscrivant dans une démarche d'amélioration de tous les compartiments de la santé tout en intégrant une rentabilité économique pour le producteur. Toutefois, cela nécessite une approche concertée, avec une responsabilité partagée entre les producteurs, les acteurs des chaînes de valeur, les décideurs publics territoriaux, les entreprises privées liées au développement des biopesticides, la société civile et les organismes de recherche.

- **Approfondissement et mise à jour du guide.** Ce guide 1.0, destiné à la communauté agricole et aux décideurs, met en évidence des solutions pratiques et des bonnes pratiques pour une production agricole saine, durable et robuste. Il sera mis à jour périodiquement en fonction des retours d'expérience des producteurs, des évaluations menées par les chercheurs et des nouveaux développements dans les systèmes de culture. La pyramide générique proposée, qui présente un cadre pour l'application de ces leviers, pourra être adaptée en fonction des spécificités des cultures et des témoignages des acteurs de terrain. Cette approche permettra de mesurer les performances des leviers techniques et de créer des exemples concrets de solutions agricoles durables.
- Indicateurs et leviers. Ce guide pourrait être utilement complétée en y intégrant des indicateurs de "maturité" des leviers basés par exemple sur l'échelle à laquelle ces solutions ont été déployées (un essai de classification est présenté dans le guide pour le cas d'étude banane). Il serait également très utile de disposer de méthodes permettant de caractériser les niveaux de prophylaxie et d'état de santé des cultures même si nous avons conscience du défi méthodologique énorme que cela représente.
- **Leviers et variétés locales.** Il serait très pertinent de faire un focus sur le levier 3 (choix variétaux) en examinant le rôle des variétés locales qui offrent déjà pour la transition des solutions accessibles et à moindre coût pour les agriculteurs, notamment en Afrique et en Asie. Cette approche nous paraît également intéressante car elle permettra probablement de coupler une approche de réduction des pesticides avec une approche d'adaptation au changement climatique
- **Nouveaux leviers.** La suite des travaux pourrait également d'explorer des leviers encore peu étudiés comme les approches liées au microbiome des sols et des plantes cultivées, ou l'écologie chimique qui pourraient jouer un rôle clé dans l'avenir de l'agriculture durable.
- **Couplage des approches par leviers avec les approches territoriales et avec les acteurs du changement.** L'un des défis de la transition réside dans la capacité à coupler les leviers techniques avec des stratégies de développement territorial. La transition agroécologique doit en effet être pensée non seulement au niveau des exploitations agricoles individuelles mais aussi dans une perspective plus large, intégrant la santé des écosystèmes locaux, la biodiversité et la résilience des territoires. Les innovations doivent être adaptées aux spécificités locales ce qui implique une forte dimension de co-conception avec les agriculteurs mais aussi avec les autres acteurs des territoires comme les autorités locales, les entreprises et les associations. Dans ce contexte, développer les liens entre le WP2 (leviers), le WP3 (politiques publiques) et le WP4 (plateforme multi-acteurs et living lab nous paraît essentiel.
- **Formation et démultiplication des solutions.** Un volet essentiel du programme consistera à assurer la formation des agriculteurs et des autres acteurs du secteur pour favoriser l'adoption des nouvelles pratiques agricoles. La crédibilisation des solutions passe également

par leur compréhension par les niveaux des politiques publiques (et des autres acteurs du changement) afin de garantir leur reconnaissance et prise en compte. En parallèle, il s'agira de créer un réseau d'acteurs locaux et d'entreprises impliquées dans le passage à l'échelle (productions pilotes par exemple) des leviers, et ainsi de générer de nouvelles filières agricoles et secteurs d'activité. Ce processus devrait d'ailleurs contribuer à l'émergence de nouvelles dynamiques économiques, associées au développement de pratiques agricoles plus durables adaptées aux contextes locaux.

4. Documents consultables

- André P., Le Bellec F., Ouedraogo R.W., Côte F.X., Patault B., Konan N.K., Sester M., Risède J.M., Martin T. 2025. Guide de protection agroécologique des cultures tropicales en 20 leviers techniques, Initiative Pretag (Pesticide Reduction for Tropical Agricultures). Montpellier, France: CIRAD, 135 p. <https://agritrop.cirad.fr/612158/>
- Ruf F., Kiendré J., Di Roberto H., 2024. Courageuses, mais fragiles certifications « cacao bio » en Côte d'Ivoire. (Auto)-exclusion des champions burkinabés ? (Article soumis). Cahiers Agricultures, soumis en septembre 2024.
- André, P., & Martin, T. (2024). Actualisation et nouvelle approche des leviers techniques de protection intégrée des cultures tropicales sans pesticides de synthèse [Présentation à la Journée technique - Réduction de l'usage des pesticides et produits vétérinaires dans une démarche One Health, 4 juillet 2024, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire].
- Temple, L., Bonafos, R Côte, F.X., Le Bellec, F., Martin, T., & Blouin, A. (2024). Liens formation « protection des plantes » et recherches sur la réduction des pesticides à l'international [Programme de l'événement]. Initiative Pretag, CIRAD. Présenté le 2 septembre 2024, Montpellier, France.
- CTS SantéS & CTA SAD, avec la contribution de l'Initiative Pretag, organisateurs. (2023). Pesticides dans les systèmes alimentaires et impacts sur la santé humaine [Journée réflexive d'échanges, 30 novembre 2023, Montpellier, France]. CIRAD.
- CIRAD. (2023, 20 décembre). Côte d'Ivoire : le maraîchage en transition agroécologique (Épisode 1) [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Lb-CbUj5lcs>
- CIRAD. (2023, 20 décembre). Côte d'Ivoire : le maraîchage en transition agroécologique (Épisode 2) [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1Xvrz777TRQ>
- CIRAD. (2023, 20 décembre). Côte d'Ivoire : le maraîchage en transition agroécologique (Épisode 3) [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=IXz6Oce3sfg>
- Di Roberto H., Jas N., 2024. Déterminants macro-institutionnels du recours au pesticide. Quelles subventions aux pesticides en Côte d'Ivoire ? (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France.
- Ruf F., 2022. Verrou pesticides ... et verrou cacao en Côte d'Ivoire : les pesticides perçus comme incontournables par les planteurs (Document de travail interne). CIRAD, Montpellier, France.
- Ruf F., Kiendré J., 2024. Cinq coopératives cacao bio en Côte d'Ivoire (Document de travail interne). CIRAD, Montpellier, France.
- Ruf F., 2024. Cacao sans pesticides ou pesticides sans cacao ? Analyse de la base de données Intrants (Document de travail interne). CIRAD, Montpellier, France.

5. Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers tous les partenaires de la recherche et du développement qui ont collaboré, directement ou indirectement, avec les équipes du Cirad à la conception, à l'expérimentation et à la démonstration des techniques agroécologiques présentées dans les 20 fiches techniques. Nos remerciements s'adressent également aux projets Desira MARIGO et ECOFFEE R&D ainsi qu'à leurs partenaires.

Cette initiative a mobilisé des centres nationaux de recherche, des universités et des écoles situés dans les pays du Sud (notamment les Antilles, le Brésil, le Cambodge, le Cameroun, le Costa Rica, la Colombie et la Côte d'Ivoire), ainsi que des acteurs de cinq grandes filières de production : le maraîchage en Afrique, la banane dessert dans diverses régions de production, le cacao en Afrique, le café en Amérique latine et le riz en Asie du Sud-Est. Elle a également impliqué des acteurs publics et de la société civile à l'échelle des territoires (ONG, services publics ministériels).



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

CHAPITRE 3: CARACTERISER LES VERROUS ET LEVIERS ORGANISATIONNELS ET INSTITUTIONNELS POUR LA REDUCTION DE L'USAGE DES PESTICIDES DE SYNTHESE

Référence à citer :

Temple L., Jas N., Brunelle T., Di Roberto H. 2025. Chapitre 3. Caractériser les verrous et leviers organisationnels et institutionnels pour la réduction de l'usage des pesticides de synthèse. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 56-77. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00831>.

COORDINATION ET CONTRIBUTEURS

Coordination :

Ludovic Temple (ludovic.temple@cirad.fr)

Contributeurs :

Fabrice Le Bellec
Annaïg Blouin
Hadrien Di Roberto
François Ruf
Rahim Ouedraogo

Animateurs principaux :

Ludovic Temple
Nathalie Jas
Thierry Brunelle

Contributeurs Cirad associés :

Lorelei Guery
Nastassia Reyes
Raphaële Ducrot
Sylvaine Lemeilleur

Contributeurs partenaires principaux :

E. Angbo-Kouakou et K. R. Fossou (INH-PB, Côte d'Ivoire)
P. I. Tata Ngome, E. G. D. Ndo, G. Manguèlè (IRAD, Cameroun)
S. Hou, S. Nguon, L. Gngang (Ecoland, Université Royale, Cambodge)
M.-S. Tixier, R. Bonnafou, K. Messabieu (Institut Agro Montpellier)

Etudiants et post-doctorants :

Lens Caleb Mesadiou, Institut Agro, stage de fin d'études en ingénierie (Master 2)
Stéphanie Owoade, Institut Agro, stage de fin d'études en ingénierie (Master 2)
Loïc-Erwan Kinampary Traoré, Institut National d'Horticulture et de Paysage (INH-PB), stage de fin d'études en ingénierie (Master 2)
Maurice Bikim, Université de Yaoundé 2, Master 2 en économie du développement rural et agricole
GDLP Bayiha, post-doctorant, CIRAD - Université de Yaoundé 2

PRINCIPAUX OBJECTIFS

1. Caractériser les verrous et les leviers macro-institutionnels à la réduction de pesticides : Cameroun, Côte d'Ivoire, Cambodge
2. Documenter des spécificités sectorielles de verrous et leviers d'action pour la réduction des pesticides sur : horticulture, riz, banane, cacao.
3. Documenter la mobilisation des résultats dans la formation académique (Institut Agro)

RESUME

L'usage des pesticides de synthèse, qui a été au cœur des révolutions vertes agricole est questionné par les effets négatifs sur la santé humaine, animale et les écosystèmes. L'augmentation de ces usages reste croissante depuis le début des années à l'échelle mondiale est exponentielle en Afrique. Cette croissance est paradoxale au regard des interdictions de substances actives et de régulation des usages dans les pays industriels. Dans ce contexte, les travaux conduisent à comprendre les verrouillages socio-politiques des trajectoires technologiques qui activent des alternatives aux usages de pesticides dans l'agriculture tropicale. La démarche s'appuie sur une revue de la littérature scientifique, professionnelle, des entretiens et observations au sein de réseaux partenariaux scientifiques, sociétaux, des enquêtes dans des thèses, masters, post-doctorats, forums transdisciplinaires (chercheurs et non-chercheurs) au Cameroun, Côte Ivoire, Cambodge.

Les résultats caractérisent la dimension multidimensionnelle de l'innovation transformative de réduction d'usage de pesticides : techniques, institutionnelle (normes, réglementation, instruments de politiques publiques réglementations), organisations qui structurent l'action collective à différents niveaux de gouvernance des filières et territoires.

Les principaux verrous sont d'abord analysés par des chronogrammes historiques qui périodisent trois périodes. La promotion d'usage des pesticides dans l'agriculture tropicale des années 60 à 2000. La mise en place de politiques de régulation des usages à partir du tournant des années 2000 et du début de la montée en puissance des pesticides génériques. A partir des années 2010 l'émergence de politiques agroécologiques et de substitutions aux pesticides dans les pays du global sud.

Deux trajectoires technologiques d'alternatives pour réduire l'usage de pesticides sont caractérisées. La première est qualifiée de « substitution » et/ou d'optimisation. Elle mobilise des intrants biologiques en substitution aux pesticides de synthèse. La deuxième qualifiée d'agroécologie mobilise les potentialités des écosystèmes par des approches intégratives pour renforcer la santé globale.

Les verrouillages de ces trajectoires se distinguent à 3 niveaux.

Au niveau macro-institutionnel, ils sont d'abord structurés par les cadres réglementaires et juridiques : normes (LMR, AMM, gestion). Elaborés dans les pays industriels, leurs transferts dans les agricultures tropicales révèlent des inadéquations. Leur mise en œuvre dans les Comités d'homologation sont entravés par le manque de modèles économiques de financement. Ces verrous sont ensuite structurés par les instruments de fixation du prix des pesticides visant à réduire les coûts pour les producteurs (subventions). Les taxes et droits de douane peuvent à l'inverse constituer des éléments de renchérissement du prix des pesticides, qui restent relativement faibles au demeurant. Les politiques agricoles et alimentaires en général étant finalisées non pas vers la réduction d'usage, mais vers une régulation d'utilisation des intrants dont ils cherchent à garantir la qualité, l'approvisionnement et l'efficacité. De récentes reconnaissance de l'agroécologie dans les politiques publiques (Cameroun, Côte d'Ivoire, Cambodge) conduisant a des inflexions émergentes.

Au niveau méso-économique des filières, les verrous sont « pilotés » par les distorsions de compétitivité entre les productions concurrentes sur les marchés internationaux et nationaux. Au niveau méso-économique des territoires ces verrous sont reliables aux spécialisations agro-industrielles (publiques, privées), des dispositifs de coordination par des aires géographiques protégées : parcs naturels, bassins de captation d'eau, forêts communautaires.

Au niveau micro-économique des entreprises et agriculteurs, la rentabilité financière et son incidence sur les revenus des agriculteurs sont identifiés comme un blocage aux alternatives agroécologiques. Néanmoins les méta-analyses de comparaison des rendements entre les situations d'usages et de «

non usage » de pesticides et d'azote minéral, montrant une perte de 20% en moyenne sans intrants de synthèse, questionne l'ampleur réelle de cette justification. A un autre niveau, le coût des alternatives évolue en fonction des rendements croissants de leurs adoptions qui sont encore très localisés. Le changement d'échelle dans ces adoptions est susceptible d'évolution forte des impacts sur la rentabilité ou les revenus des agriculteurs.

L'exploration des leviers institutionnels à la réduction des usages de pesticides questionne les orientations des politiques publiques. La mise en œuvre de politiques de réduction de pesticides centrée dans l'espace européen (pacte vert) en France (Ecophyto) et en Chine a peu d'impact sur les tendances mondiales. Un levier potentiel identifié conduit à référencer la connaissance des coûts cachés d'usages des pesticides dans leurs impacts sur les budgets publics, dont principalement celui de la santé publique mais aussi les coûts de dépollution des eaux ou des sols et les pertes d'efficacité croissantes liées aux résistances et à la baisse de fertilité des sols. Un autre levier concerne les investissements dans les infrastructures et les réseaux qui implémentent l'agroécologie : dispositifs d'épidémie-surveillance, systèmes d'assurances collectifs des risques, plateformes expérimentales d'innovations partenariales. Enfin un dernier levier est constitué par le renouvellement nécessaire des enseignements académiques et professionnels. La plupart des masters en protection des plantes identifiables référencent en effet peu les alternatives d'usages aux pesticides et se focalisent sur leurs conditions d'efficacité d'usages.

Les verrous identifiés convergent pour expliquer l'avantage économique des pesticides de synthèse sur les trajectoires alternatives (substitution, optimisation, agroécologie). La baisse tendancielle du prix des pesticides en valeur réelle constatée dans certains pays depuis le milieu des années 90 est une « anomalie économique » au regard des coûts cachés publics et privés qu'ils engendrent. Il s'ensuit une distorsion de mise en compétition des technologies reposant sur les pesticides par rapport aux technologies alternatives : agroécologie, produits de substitution. Les techniques alternatives (agroécologie, substitution) impliquent des investissements en infrastructures, compétences, formations, informations, apprentissages, institutions (systèmes d'assurances). Ces investissements sont autant de leviers potentiels pour l'implémentation productive des techniques alternatives aux pesticides. Ils impliquent aussi de reconfigurer dans la recherche agronomique les indicateurs de pilotage de l'efficacité agronomique trop centrés sur les rendements. D'autres leviers ou instruments de pilotages de la réduction de pesticides sont aussi à explorer comme les actions volontaires sur les signes de qualité sanitaire (Agriculture Biologique, Système Participatif de Garantie) les politiques publiques visant à soutenir des innovations juridiques, sociales et organisationnelles.

Ces travaux focalisent plusieurs orientations pour les travaux à venir en lien avec les politiques publiques : (i) Approfondir la mise en connaissance comparée des instruments de soutien aux technologies basées sur les pesticides de synthèse et de soutiens aux alternatives agroécologiques ; (ii) Renseigner les coûts cachés dans une perspective "One Health" d'usages des pesticides dans les agricultures tropicales ;(iii) Mettre en regard croisé les politiques publiques de soutiens aux alternatives agroécologiques dans le "sud global" ; (iv) Calibrer les investissements d'infrastructures nécessaires aux transitions agro-écologiques (v) Enrichir les protocoles de recherche agronomique d'évaluation des performances agronomique du rendement par des indicateurs sur la biodiversité, la santé.

Ils imposent pour la recherche agronomique de densifier les interfaces avec la société civile, les entreprises agroécologiques, les comités d'homologation des produits régionaux et nationaux. Ils interpellent aussi les interfaces avec les institutions financières impliquées dans le soutien aux alternatives agroécologiques. Ils questionnent la capacité à renseigner la mise en politique globale (FAO, ONUDI, OIT, OMC, BM.) d'une politique de réduction des pesticides de synthèse et de régulation internationale des firmes chimiques globalisées.

SUMMARY

The use of synthetic pesticides, central to the agricultural green revolutions, is increasingly questioned due to their negative impacts on human and animal health as well as ecosystems. While global pesticide use has continued to rise since the early 2000s, the increase has been exponential in Africa. This trend contrasts sharply with the bans on active substances and stricter regulations implemented in industrialized countries.

In this context, the study aims to understand the socio-political lock-ins of technological trajectories and identify the levers that promote alternatives to pesticide use in tropical agriculture. The approach combines a review of scientific and professional literature with interviews and observations within scientific and societal partnership networks. The research also draws on surveys conducted in the framework of theses, master's programs, postdoctoral studies, and transdisciplinary forums (involving researchers and non-researchers) in Cameroon, Côte d'Ivoire, and Cambodia.

The results highlight the multidimensional nature of transformative innovation in reducing pesticide use. This includes technical aspects, institutional dimensions (standards, regulations, and public policy instruments), and organizational structures that shape collective action across various levels of governance within value chains and territories.

The main barriers are first analyzed through historical timelines that divide the process into three distinct periods. The first period (1960 to 2000) marks the promotion of pesticide use in tropical agriculture. The second period, beginning in the early 2000s, is characterized by the implementation of policies regulating pesticide use and the rise of generic pesticides. Finally, from the 2010s onward, there has been an emergence of agroecological policies and efforts to substitute pesticides in countries of the Global South.

Two technological pathways for reducing pesticide use have been identified. The first, referred to as "substitution" and/or "optimization," involves the use of biological inputs as replacements for synthetic pesticides. The second, described as "agroecology," leverages the potential of ecosystems through integrative approaches to enhance overall health.

The barriers to these trajectories can be distinguished at three levels. At the macro-institutional level, they are primarily structured by regulatory and legal frameworks (MRLs, AMM, management protocols). Designed in industrialized countries, their transfer to tropical agriculture often reveals mismatches and inadequacies. Their implementation through approval committees is further hindered by the lack of economic models for funding. These barriers are further structured by pricing instruments designed to reduce costs for producers, such as subsidies. Conversely, taxes and customs duties can increase pesticide prices, although these remain relatively low overall. Finally, these barriers are tied to agricultural and food policies, which generally focus not on reducing pesticide use but on regulating input use to ensure quality, supply, and efficiency. Nonetheless, recent recognition of agroecology in public policies in countries like Cameroon, Côte d'Ivoire, and Cambodia has led to emerging shifts in this area.

At the meso-economic level of value chains, barriers are « driven » by competitiveness distortions between competing productions on national and international markets. At the territorial level, barriers are linked to agro-industrial specializations, both public and private, and coordination mechanisms within geographically protected areas, such as natural parks, water catchment basins, and community forests.

At the micro-economic level of businesses and farmers, financial profitability and its impact on farmers' incomes are identified as key barriers to adopting agroecological alternatives. However, meta-analyses comparing yields between systems with and without synthetic pesticides and mineral nitrogen, which show an average yield loss of 20% in the absence of synthetic inputs, raise questions about the actual significance of this justification. Additionally, the cost of alternatives tends to decrease as adoption increases, although their implementation remains highly localized. Scaling up these practices could significantly alter their impact on profitability and farmers' incomes.

The exploration of institutional levers for reducing pesticide use raises questions about public policy orientations. The implementation of pesticide reduction policies, such as the European Green Deal, France's Ecophyto program, and similar initiatives in China, has had limited impact on global trends. One potential lever involves highlighting the hidden costs of pesticide use, particularly their impact on public budgets, including public health costs, water and soil decontamination expenses, and the growing inefficiencies linked to resistance development and declining soil fertility. Another lever lies in investments in infrastructure and networks that support agroecology, such as epidemic surveillance systems, collective risk insurance mechanisms, and experimental platforms for collaborative innovation. Finally, a crucial lever is the necessary renewal of academic and professional education. Most plant protection master's programs currently place little emphasis on alternatives to pesticide use, focusing instead on the conditions for their effective application.

The identified barriers converge to explain the economic advantage of chemical pesticides over alternative trajectories (substitution, optimization, agroecology). The declining real price of pesticides observed in some countries since the mid-1990s represents an "economic anomaly" when compared to the hidden public and private costs they generate. This creates a distortion that favors pesticide-based technologies over alternative technologies such as agroecology or substitution products. Alternative techniques (agroecology, substitution) require investments in infrastructure, skills, training, information, learning, and institutional support (e.g., insurance systems). These investments represent potential levers for the productive implementation of alternative techniques to pesticides. They also necessitate a reconfiguration of agronomic research indicators, which remain overly focused on yields as a measure of agronomic efficiency. Other levers or instruments for steering pesticide reduction also warrant exploration, such as voluntary actions related to health-quality labels (e.g., Organic Agriculture, Participatory Guarantee Systems) and public policies aimed at supporting legal, social, and organizational innovations.

This work highlights several directions for future research related to public policies: (i) Deepening comparative analyses of support instruments for technologies based on synthetic pesticides versus support for agroecological alternatives; (ii) Documenting hidden costs associated with pesticide use in tropical agriculture from a "One Health" perspective; (iii) Comparing public policies aimed at promoting agroecological alternatives in the "Global South"; (iv) Estimating the investments needed to implement technological alternatives to synthetic pesticides; and (v) Adapting agronomic research protocols for performance evaluation by incorporating indicators on biodiversity and health alongside yield measurements.

These findings call for agronomic research to strengthen its interfaces with civil society, agroecological enterprises, and regional and national product approval committees. They also highlight the need to engage more effectively with financial institutions that can support agroecological alternatives. Furthermore, they raise critical questions about the ability to inform the development of a global policy (FAO, UNIDO, ILO, WTO, World Bank, etc.) for reducing synthetic pesticides and establishing international regulations for globalized chemical companies.

INTRODUCTION

Les systèmes agricoles et alimentaires de l'Afrique sub-saharienne sont soumis à des enjeux de transformation pour répondre à différents défis : accroître la production pour répondre à la croissance démographique et économique ; améliorer les rendements pour pallier à la raréfaction des terres cultivables dont la disparition des réserves forestières ; répondre aux exigences de compétitivité qu'impose le fonctionnement des marchés internationaux²⁶ ; augmenter la résilience aux instabilités climatiques, sanitaires et économiques ; réduire la pauvreté rurale génératrice de flux migratoires et d'instabilités socio-politiques.

Relever ces défis implique de répondre à plusieurs contraintes sur les conditions de mobilisation des ressources productives dans l'agriculture : coût, disponibilité, accessibilité. L'augmentation des coûts résulte en particulier des coûts du travail en lien avec les opportunités du développement intersectoriel. Les jeunes générations, même dans les situations de forte pression démographique, n'acceptent plus la pénibilité de travaux ruraux peu mécanisés et refusent désormais de travailler sans être payées, mettant à mal les formes gratuites, familiales et communautaires, de travail. La question des disponibilités se pose pour l'eau et les terres cultivables qui se réduisent au rythme des extensions urbaines, industrielles, minières et énergétiques. La problématique de l'accessibilité est, elle, plutôt liée aux intrants : semences, engrais et pesticides. Elle varie selon les produits et leur qualité. Ainsi la raréfaction des ressources en énergie fossile, phosphates augmente le prix des engrais chimiques de manière structurelle. En revanche l'accès aux pesticides est lui facilité par la globalisation de leur production et distribution, et les difficultés de mises en œuvre des régulations existantes.

L'usage des pesticides de synthèse, qui a été au cœur des révolutions vertes, est questionné à différents niveaux du fait de ses effets négatifs sur la santé humaine, animale, végétale et les écosystèmes. Le continent africain représenterait seulement 4% de la consommation mondiale de pesticides selon les données FAO. Mais l'augmentation de cet usage y est croissant depuis le début des années 2000. De plus, des travaux récents montrent que cette croissance des usages est sous-estimée en raison d'un manque de fiabilité du système de reporting FAO pour les pays à faibles revenus et l'existence d'un marché illégal endémique qui peut être très important dans certains espaces²⁷.

Depuis le début des années 1970, des substances actives ont régulièrement été interdites dans la CEE puis l'Union Européenne pour différentes raisons, dont la prise en compte de leur dangerosité pour la santé humaine et des écosystèmes. Ces interdictions et restrictions d'usage n'ont toutefois pas empêché que l'usage de produits dangereux ne se poursuive souvent pendant des décennies, des pollutions de fonds qui se révèlent toujours plus conséquentes. Par ailleurs, dans de nombreux pays où l'usage des pesticides est de longue date importante comme les USA, certains pays d'Asie du Sud-est, les pays d'Amérique latine ou l'Australie, la reconnaissance politique de la dangerosité des pesticides s'est avérée et s'avère encore plus contestée, ou sélective (notamment la Chine, premier producteur mondial de pesticides, a mis en place des politiques récentes efficaces de réduction d'usage sur son territoire, mais qui s'accompagnent d'augmentations des exportations). Différentes organisations internationales et bailleurs internationaux reconnaissent cependant la nécessité d'accompagner des usages beaucoup plus maîtrisés des pesticides, avec pour corollaire l'encouragement aux technologies et techniques alternatives. Bien que l'usage des pesticides en

²⁶ Les normes LMR conduisent à des rejets aux douanes : cacao, ananas. Symétriquement, les productions alimentaires des pays utilisant des pesticides (soja, blé, maïs) qui concurrencent sur leurs marchés les productions alimentaires des pays qui en utilisent peu : plantain, ignames, manioc.

²⁷ Les importations de pesticides illicites, interdits sont estimées à 32% dans la zone CEMAC.

Afrique reste à ce jour relativement faible, il est important d'éviter qu'ils suivent une trajectoire conduisant à un verrouillage technologique de dépendance aux pesticides, dont il serait dès lors difficile de sortir. Certains Etats africains et leurs sociétés civiles interrogent aussi les ressorts et les conséquences de l'utilisation croissante de produits chimiques potentiellement dangereux (Doudou et al. 2023). Comment, dès lors, comprendre et accompagner les transformations technologiques de l'agriculture tropicale africaine pour réduire sa dépendance croissante aux pesticides ?

Démarche méthodologique d'enquêtes et d'ateliers participatifs au Cameroun et Côte d'Ivoire

L'innovation transformative de réduction d'usage de pesticides dans l'agriculture peut se concevoir comme un processus multidimensionnel. La première dimension renvoie aux pratiques techniques dans les activités de production, post-récoltes, de transformation, de gestion des déchets des produits agricoles. Elle mobilise surtout les sciences biotechniques. La deuxième dimension est institutionnelle et porte sur les normes, instruments de politiques publiques comme par exemple les réglementations qui encadrent la conception, la production, la commercialisation, les usages des technologies utilisées en agriculture. Elle mobilise surtout les sciences humaines et sociales. La troisième dimension renvoie aux organisations qui structurent l'action collective à différents niveaux de gouvernance de l'activité économique : l'entreprise, l'exploitation agricole, les filières par produits (interprofession) ou les territoires locaux, régionaux, nationaux. Ces trois dimensions renvoient à différentes formes d'innovations (techniques, institutionnelles, organisationnelles) sur lesquelles reposent les alternatives aux pesticides et que différentes littératures analysent aux prismes des « verrous ».

La notion de verrouillage renvoie aux blocages de différentes natures résultants de la solidification de systèmes sociotechniques implantés dans le passé et qui sont devenus dominants et structurants, rendant difficile, sans transformations conséquentes de ces systèmes, le déploiement de technologies qui n'y seraient pas compatibles. Les verrous peuvent ainsi, selon le cas, bloquer l'émergence, l'implémentation, la dissémination ou systématisation d'innovations. Pour documenter ces verrouillages et les leviers d'action collectifs qu'ils peuvent sous-entendre, nous mobilisons une recherche au Cameroun, en Côte d'Ivoire au Cambodge structurées les 3 activités suivantes :

- Une revue de la littérature scientifique et professionnelle (non publiée : rapports, projets, etc.).
- Des entretiens et observations au sein de différents réseaux partenariaux scientifiques et sociétaux.
- Des enquêtes participatives dans le cadre de thèses, masters et post-doctorats (Cameroun, Côte d'Ivoire).
- Des forums transdisciplinaires impliquant chercheurs et non-chercheurs (Temple et al., 2024).

1. Verrous et leviers aux pesticides dans l'agriculture tropicale : quelques repères chronologiques

Nous caractérisons aux prismes des travaux conduits, trois grandes périodes :

La promotion de l'usage des pesticides dans l'agriculture tropicale entre les années 1960 et 2000

Elle concentre différents « moments » de promotion d'usages des pesticides dans l'agriculture tropicale. La recherche agronomique et les politiques publiques soutenues par les bailleurs internationaux et les acteurs économiques convergent pour accroître les usages de pesticides dans l'agriculture tropicale dans une logique de transfert technologique et d'accompagnement de la révolution verte via la création de nouvelles variétés aux rendements optimisés par l'usage combiné d'engrais et pesticides chimiques et de soutien aux cultures d'export. Un moment charnière est constitué par les ajustements structurels qui libéralisent les marchés des pesticides et l'accès à ces produits tout en dépeuplant les administrations, notamment, agricoles. Dans le même temps, au cours des années 1990, des projets de développement relevant de l'aide internationale promeuvent l'IPM (Integrated Pest Management) dans un souci de contrôle des usages. Ces projets, bien que nombreux, ne semblent pas avoir eu un impact durable sur les pratiques phytosanitaires.

La mise en place de politiques de régulation des usages à partir du tournant des années 2000

Le tournant des années 2000 marque le début de la montée en puissance des pesticides génériques et de l'augmentation progressive, mais significative, des capacités de production des matières actives et de produits formulés en Chine : puis plus récemment en Inde, ainsi que des capacités de production de produits formulés génériques dans de nombreux pays. Ces restructurations du complexe pesticides global qui reposent sur le développement de circulations Suds-Suds et de filières régionales de pesticides (dont des filières africaines) ont conduit à une densification de l'offre et des réseaux de distribution. Corrélativement, les systèmes de régulation des pesticides, qui existaient déjà dans certains pays depuis les années 1980, se sont étoffés via notamment : la généralisation de l'homologation des produits commerciaux définissant aussi les usages pour lesquels ils sont homologués ; l'interdiction de certaines substances actives ; les autorisations préalables d'importation ; l'obligation d'agrément pour les importateurs, les distributeurs, les revendeurs. Cependant les administrations en charge de ces questions, manquant de moyens et se heurtant à des infrastructures insuffisantes, rencontrent généralement des difficultés à faire respecter ces réglementations et, plus largement, des politiques publiques qui cherchent de plus en plus à garantir un usage sécuritaire et efficace des pesticides.

L'émergence de politiques agroécologiques et de substitutions aux pesticides partir des années 2010

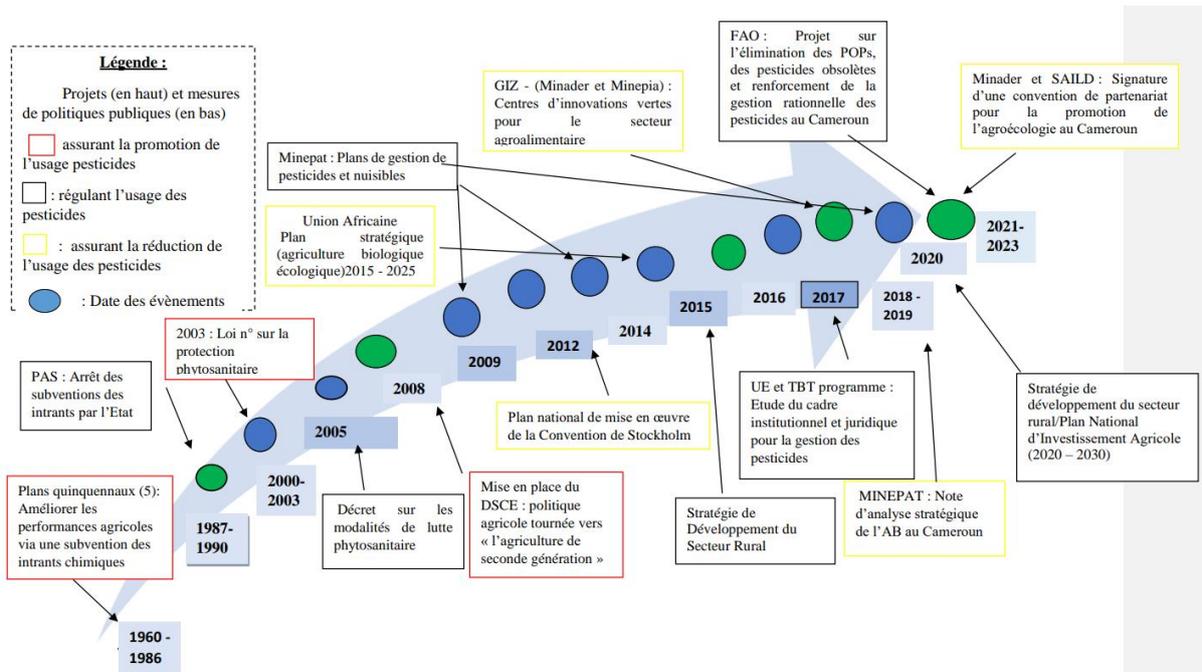
Si l'IPM apparaît depuis les années 1990 dans des projets de développement et dans certains rapports nationaux, de nouvelles initiatives en faveur d'une agriculture moins consommatrice en pesticides font jour à partir des années 2010 en Afrique. Ainsi, au niveau continental, l'Union Africaine a adopté en 2015 un Plan Stratégique pour l'Initiative de l'Agriculture Biologique et Ecologique (ABE). Cette initiative a pour objectif de faciliter l'intégration de l'ABE dans les systèmes nationaux agricoles à travers une mise en œuvre planifiée de la formation et la vulgarisation ; la recherche ; la mise en place des marchés et le développement des politiques et programmes dédiés à ce modèle agricole. Plusieurs déclinaisons s'observent respectivement au Cameroun et en Côte d'Ivoire.

Au Cameroun (**Figure 1**), le ministère de l'Économie, de la Planification et de l'Aménagement du territoire, a publié en 2018 une note d'analyse prospective de l'agriculture biologique qui constitue le

premier document officiel reconnaissant l'agriculture biologique comme un modèle agricole capable de transformer le système alimentaire. En 2023, le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural a signé une convention avec une Organisation non gouvernementale (ONG), dénommée Service d'Appui aux Initiatives Locales de Développement (SAILD) pour la promotion de l'agroécologie. La même année est créé le Réseau de Promotion de l'Agroécologie au Cameroun (REPAC) qui regroupent différentes organisations professionnelles et ONG.

En Côte d'Ivoire, très investi dans le développement de l'agroforesterie dans la culture du cacao, l'Etat a jusqu'à présent faiblement pris en compte l'agroécologie dans ses politiques publiques et ce, bien qu'il ait adhéré Programme d'appui à la transition agroécologique (PATAE) mis en œuvre entre 2018 et 2024 par l'Agence régionale pour l'agriculture et l'alimentation (ARAA), sur des fonds AFD et UE dans plusieurs pays en Afrique de l'Ouest. La promotion de l'agroécologie, dans ce pays, est plutôt le fait de travaux de recherche et d'ONG intégrées à des projets de développement portés par des bailleurs internationaux.

Figure 1 : Historique des institutions, projets en lien avec la question pesticides au Cameroun



2. Deux trajectoires technologiques d'alternatives pour réduire l'usage de pesticides ?

La première trajectoire est qualifiée de « substitution » et/ou d'optimisation. Elle mobilise des intrants biologiques en substitution aux pesticides de synthèse comme des plantes aromatiques, huiles essentielles à partir de plantes locales...), plantes pesticides et biointrants (Naga et al., ...). Elle recourt aussi à une variété d'options qui regroupe le recours à des cultivars résistants aux maladies et aux ravageurs et l'agriculture de précision avec des systèmes d'appui à la décision des dispositifs d'épidémie-surveillance qui permettent de programmer les fongicides sur la base d'un

risque de maladie observé ou prévu et de ne pulvériser que lorsque cela est nécessaire (Lazaro et al., 2021).

La deuxième trajectoire est dite agroécologique. Elle qualifie des pratiques agronomiques qui mobilisent les potentialités des écosystèmes par des approches intégratives qui mettent en complémentarité leurs différentes composantes pour prévenir l'émergence et la dissémination des maladies et pathogènes (Temple et Compaoré 2018) par des contrôles « physiques » : récoltes sanitaires, plantes barrières, pratiques agroforestières ou associations, rotations culturales qui diminuent les enherbements (Mvondo et al., 2022 ; Bayiha et al., 2019). Nous y classons les innovations qui mobilisent les micro-organismes pour renforcer la santé globale de la plante, du sol : champignons mycorhiziens, endophytes, purins, composts, biochars, bockashi. L'amélioration de la capacité des plantes à résister aux bioagresseurs étant susceptibles de diminuer le besoin de recours aux pesticides.

3. Caractérisations multi-niveaux du verrouillage des technologies alternatives aux pesticides

Le repérage des verrouillages distingue classiquement trois niveaux d'analyses respectivement : macro-institutionnels (régime sociotechnique), méso-économique (filrière et territoire) et micro-économique (entreprise et exploitation).

Verrous « macro-institutionnels » Ils portent sur les instruments gouvernés par les politiques publiques qualifiables par trois instruments principaux (Brunelle et al. 2023).

Les cadres réglementaires et juridiques d'encadrement d'usages de pesticides

Ils concernent dans leur complémentarité d'une part l'élaboration des normes et règles juridiques d'autre par les mécanismes de mise œuvre de ces normes et des actions relatives à leur non suivi.

Les normes réglementaires sont principalement structurées par trois catégories :

- Limites Maximales de Résidus (LMR) dans les produits agricoles et alimentaires importés sur les marchés des pays industriels.
- Normes d'homologations et autorisations de mises en marché des pesticides, biointrants (biopesticides, biofertilisants).
- Normes de gestion du cycle de vie : pesticides (dont les autorisations de mise sur le marché (AMM) et homologations) ; emballages ; pesticides frauduleux.
- Ces différentes catégories de normes (LMR, AMM/homologations) ont été élaborées par les pays industrialisés dans des contextes écologiques d'agriculture « tempérées ». Elles ont été pour partie coconstruites par les firmes phytosanitaires. Leurs transferts dans les agricultures tropicales interrogent leur adéquation à des conditions techniques, économiques, administratives et sociales différentes. Cette question se pose, entre autres, pour ce qui relève des mesures de prévention des risques ou de l'autoproduction de biointrants locaux à base d'organismes vivants mobilisant des micro-organismes (bactéries, champignons, virus).

Les mécanismes de mise en œuvre par les Comités d'homologation nationaux et régionaux

L'homologation des produits commerciaux implique respectivement :

- La détermination des usages pour lesquels les pesticides sont homologués et la possibilité de refuser l'homologation pour certains usages à cause de la toxicité ou de l'inefficacité ;

- L'interdiction de certaines matières actives dans certains pays au moins (comme la Côte d'Ivoire ou les pays de la CLISS) ;
- L'accréditation des entreprises d'importations et distribuant des pesticides, les revendeurs de pesticides et les applicateurs ;
- Le contrôle de la qualité des produits à l'importation (vérification par l'administration de la présence de la matière active et dans le dosage homologué à l'arrivée des lots dans le pays) ;
- Une lutte efficace contre les produits non homologués et les usages non conformes.

L'instrument réglementaire permet aussi de promouvoir l'usage des pesticides, notamment par l'augmentation du nombre d'homologations de produits. Toujours en Côte d'Ivoire, le nombre de produits homologués est ainsi passé de 400 au début des années 1990 à plus de 2500 aujourd'hui.

Une difficulté majeure est le manque conséquent d'infrastructures, de moyens financiers et humains dans les administrations en charge de leur mise en œuvre. Cette configuration, présente de longue date, interroge à la fois les orientations de certaines formes d'aide internationale et l'absence de modèles économiques de financement des dispositifs d'encadrement et de contrôle des pesticides et de leurs utilisations.

Les instruments de fixation du prix des pesticides des pesticides : taxes – subventions

Les subventions aux pesticides se manifestent par une large gamme d'instruments visant à réduire les coûts pour les producteurs, améliorer l'accès aux produits, garantir leur qualité et faciliter les investissements du secteur privé. On observe ainsi des taxations et des droits de douane très faibles dans la CDEAO (établis respectivement à 0 % pour la TVA et 5 % pour les droits de douane (DD)), ou encore des exemptions totales ponctuelles visant à favoriser l'importation de pesticides et de matériel agricole. Néanmoins, dans des pays où l'agriculture est largement familiale, les subventions aux pesticides passent aussi par des politiques de soutien à l'accès aux produits. En Côte d'Ivoire par exemple, cet accès est notamment facilité par des distributions directes et l'aide à l'installation de points de vente locaux.

Les dépenses publiques pour les contrôles qualité, la formation à l'épandage ou la lutte contre les pesticides frauduleux représentent aussi des formes de subventions, moins visibles, mais néanmoins importantes. Ainsi, les subventions doivent donc être comprises dans un sens englobant, et reposant sur des instruments variés.

Les subventions s'inscrivent depuis la seconde moitié des années 2000 dans des initiatives guidées par des projets ponctuels (mais réitérés et nombreux) impliquant des acteurs variés, qu'ils soient publics, non gouvernementaux, du secteur privé ou de la coopération internationale. Ces projets sont particulièrement notables dans le domaine des cultures vivrières, qui ont gagné en importance dans les politiques agricoles depuis la crise de 2008.

En définitive, bien que l'État semble relativement moins impliqué directement dans la régulation du secteur des pesticides et le soutien aux intrants, les instruments actuels semblent plus variés, impliquent davantage de partenariats, et les soutiens fragmentés d'une « gouvernance par projet » (impliquant l'État) se multiplient. Alors que les porteurs de projets semblent se préoccuper de plus en plus des risques sanitaires des pesticides, les soutiens aux pesticides n'en diminuent pas moins. Nous observons ainsi une certaine dualité d'objectifs avec la coexistence d'instruments de promotion des usages, de gestion des risques (sanitaires, environnementaux, lutte contre les pesticides illicites, etc.) et, de manière plus anecdotique, de réduction des usages.

Les évolutions des politiques agricoles et alimentaires.

Les politiques actuelles sont en général structurées par les Plans nationaux d'investissement agricole (PNIA). Elles activent des projets de développement agricole soutenus financièrement par les

bailleurs régionaux et internationaux : compétitivité des filières, soutien à des régions/filières/cultures après des crises, développement d'infrastructures comme les agropoles, développement social en région agricole, élimination des pesticides obsolètes, anticipation de normes comme sur la déforestation et pouvant mobiliser d'importants partenariats publics - privés.

Dans de nombreux cas observés ces projets sont tournés non pas vers la réduction d'usage, mais vers une meilleure utilisation des intrants dont ils cherchent à garantir la qualité, l'approvisionnement et un usage efficace. Certains bailleurs exigent des Plans de gestion des pestes et des pesticides pour les projets qu'ils soutiennent. Ces plans visent donc à assurer un bon usage des pesticides dans le cadre de la mise en œuvre de ces projets. Ils prévoient typiquement des formations à leur usage rationnel, la sécurisation de la qualité des pesticides, des interdictions ou restrictions d'usage pour certains produits considérés comme très toxiques, l'achat et l'utilisation d'équipements individuels de protection (EPI), des dispositifs de collectes et d'élimination des contenants. Ces plans n'ont pas pour objectifs la réduction d'usage, mais la régulation des usages pouvant en elle-même déboucher sur leur accroissement – surtout quand ces plans et projets sont mis en œuvre dans des contextes où les pesticides sont initialement peu utilisés (agriculture vivrière par exemple). Par exemple, les récentes initiatives de soutien à la traçabilité et aux géoréférencement des parcelles de cacao pour anticiper des projets de norme sur la déforestation importée sont couplées au Cameroun à des distributions gratuites d'intrants de synthèse soutenus par des financements internationaux/nationaux.

De manière paradoxale tant au Cameroun qu'en Côte d'Ivoire, les orientations politiques conduisent à documenter des soutiens à l'agroécologie pour référencer des pratiques alternatives aux usages de pesticides. Ces situations restent cependant émergentes et fragiles. Par ailleurs, la notion d'agroécologie peut qualifier des situations hétérogènes larges de pratiques n'intégrant pas forcément des objectifs prioritaires de réduction de pesticides chimiques. Par exemple, des essais actuels au Cameroun dans la recherche agronomique qualifiés « d'agroécologie », reposant sur des comparaisons d'efficacité des biopesticides et pesticides de synthèse, concluent à la meilleure efficacité des seconds et donc leur recommandation d'usage.

Verrous méso-économiques au niveau des filières et des territoires.

Les verrous méso-économiques sont spécifiques aux organisations d'acteurs dans les filières, aux territoires (locaux, régionaux), aux projets qui coordonnent l'activité économique. Ils sont souvent « pilotés » par les distorsions de compétitivité. Par exemple les exigences actuelles de LMR sur le marché intérieur européen mettent en compétition les pays producteurs de cacao, banane, café d'Amérique latine et d'Afrique pour ajuster leur itinéraire technique sans accroître des différentiels de coûts. De manière symétrique les productions céréalières de l'Union européenne ou d'Ukraine intensives en pesticides concurrencent les agricultures vivrières africaines basées sur les amyloacées tropicales (manioc, plantain) qui en utilisent peu. Dans les filières agro-industrielles qui approvisionnent des industries de l'aval localisées dans les pays industriels, les exigences de qualité sont centrées sur la standardisation de matières premières à faible coût pour l'industrie : coton, hévéa, bioénergie (maïs, huile de palme industrielle...), soja sont ainsi favorables à la massification de « commodité » pour l'industrie et aux usages simplifiés des pesticides.

Au niveau des territoires, deux dynamiques institutionnelles créent alternativement des verrous et des leviers. En termes de verrous, la première dynamique est portée par les spécialisations territoriales agro-industriels (publiques ou privées) qui créent des conditions d'approvisionnement (avances à crédit, distribution gratuite...) et de conseils favorables aux pesticides. On citera par exemple au Cameroun les zones d'intervention de la Sodecao (cacao) ou de la Sodecoton (coton), et en Côte d'Ivoire celles du Conseil Café Cacao et du Conseil du coton et l'Anacarde. Les projets récents d'agropoles (pôles de croissance agricole) soutenus par la Banque Africaine de Développement dans différents pays participent de l'accroissement (recherché par les politiques

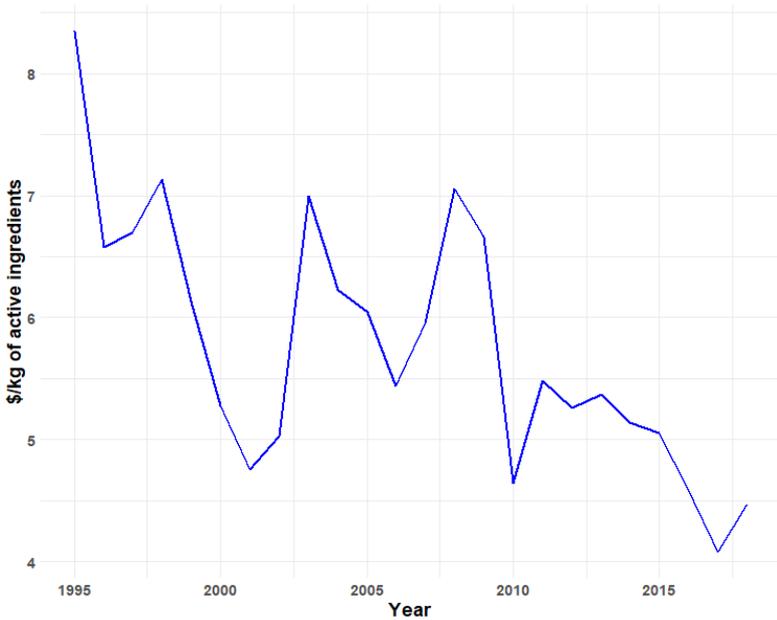
publiques de développement) de spécialisation en intégrant production et transformation. En termes de leviers de la réduction par des gouvernances territoriales on peut citer les aires et forêts protégées de biodiversités, les parcs naturels les bassins de captation d'eau potables, les zones urbaines protégées par des interdictions d'usages de pesticides.

Verrous micro-économiques aux niveaux des entreprises et agriculteurs

L'argument de la rentabilité financière (marge brute, profit, ...) et son incidence sur les revenus des agriculteurs sont identifiés comme un blocage aux alternatives agroécologiques économisant les pesticides chez les agriculteurs. Si un élément de cette rentabilité est structuré par les rendements il est nécessaire de préciser le sujet. Les méta-analyses de comparaison des rendements entre les situations d'usages et de « non-usage » de pesticides et d'azote minéral²⁸ (agriculture biologique) situent une différence de 20% de rendement en moyenne sur plusieurs années (Schrama etl. 2018, Bahiya et al., 2023). L'effet levier sur la rentabilité étant lui tributaire du ciseau des prix entre les outputs agricoles et les inputs. L'impact sur la rentabilité est donc contextuel à l'état du marché.

L'usage des pesticides sur le plan micro-économique est plus une assurance économique pour l'obtention d'un rendement sécurisé par rapport aux risques. En soit des dispositifs d'assurances seraient donc susceptibles de réduire ces usages. De fait plus que la rentabilité économique, c'est l'aversion aux risques économiques qui détermine les fonctions d'usages.

Figure 2 : Prix d'importation des pesticides au Cameroun (1995-2018). Valeurs réelles. Source : FAOSTAT.



A un autre niveau les agriculteurs et les entreprises comparent souvent le coût faible des pesticides (souvent subventionnés cf infra) avec le coût de mobilisation des alternatives (biopesticides, travail, désherbage mécanique...) dans un contexte où ces alternatives sont parfois en phase de prototypage ou avec des taux d'adoption faibles et localisés. Or le coût des alternatives évolue en fonction des rendements croissants de leurs adoptions (relation entre le taux d'adoption d'une technique et son efficacité).

Ces rendements croissants, liés à des effets d'apprentissage, mutualisation d'investissements d'infrastructures (dispositifs de surveillance épidémiologique de parcelles, aménagements de parcelles, ...), rappellent que la rentabilité financière est un résultat évolutif dépendent du fonctionnement des marchés, mais aussi des politiques publiques d'innovation qui structurent les différentiels du prix entre pesticides et des alternatives à leurs usages.

²⁸ Les 20% de différence de rendement incluent également l'azote, et la part lié à l'azote vs celle des pesticides n'est pas claire. Bcp de spécialistes pensent que l'azote est plus limitant que les pesticides, car il existe plus de solutions efficaces pour leur réduction (Brunelle et al.2024).

L'incertitude sur les impacts économiques d'un changement de pratique constitue néanmoins un verrou important à la réduction des usages des pesticides (Möhring et Finger 2022). De ce point de vue, des investissements pour améliorer l'information aux agriculteurs permettraient de faciliter l'adoption de pratiques sans pesticides, par exemple : fermes pilotes, société de conseil aux agriculteurs, service d'information statistique etc.

4. Exploration des leviers institutionnels à la réduction des usages de pesticides

4.1. Mise en œuvre d'une réduction de pesticides dans les politiques publiques ?

La mise en œuvre de politiques de réduction de pesticides dans l'espace européen (pacte vert) ou dans les politiques nationales de différents états membres comme le plan Ecophyto en France reste controversée au regard de leur contenu effectif, souvent dévoyé au dernier moment par différents lobbys agricoles et industriels, de leurs effets réels sur la réduction (Goulet et al. 2023), de nombreuses dérogations spécifiques accordées aux prismes de situations dites "d'impasse technique". Elles documentent néanmoins des interdictions ou restrictions effectives d'usages de nombreuses molécules dans l'espace européen qui ont cristallisé l'opposition du monde professionnel agricole. Dans d'autres contextes, comme en Chine des politiques de réduction des usages depuis une vingtaine d'années se traduisent par des effectivités de cette réduction bien que l'on dispose de peu d'information sur leur contenu (Zhao et al., 2024). Les situations précédentes ont eu peu d'impact sur les tendances mondiales. Ainsi entre 2005 et 2019 les importations de pesticides sont passées de 2,5 millions MT à 4,8 millions MT (Shattuck et al. 2023, Mansfield et al. 2024). Pour être efficaces, les politiques de réduction des pesticides devraient adopter une approche intégrée englobant l'ensemble de la chaîne de valeur. Cela implique de combiner divers instruments tout en mobilisant l'ensemble des parties prenantes, des industries phytosanitaires jusqu'aux consommateurs finaux (Brunelle, Chakir et al., 2024).

4.2. Mise en connaissance nécessaire des coûts cachés d'usages des pesticides.

Les coûts sur la santé publique. En termes d'impacts sanitaires et sociaux, la croissance des usages révèle des causalités négatives sur la santé humaine (Bernard et al., 2022). Ces effets négatifs sur la santé sont révélés par des intoxications aiguës et de travaux soulignent la sous-estimation importante de leur mise en visibilité dans les contextes d'agriculture tropicale africaine (Lekei et al. 2016). Les causalités possibles entre les pesticides et des maladies chroniques (cancers, maladies métaboliques, maladies neurologiques, malformations et troubles du développement chez les enfants...) restent cependant encore insuffisamment renseignées par les travaux mobilisables portant sur les contextes africains – alors qu'elles peuvent l'être dans des contextes des pays industrialisés.

Les autres « coûts cachés » économiques, sociaux, environnementaux. Ils sont liés aux impacts environnementaux de la production et aux usages de pesticides qui ont des conséquences économiques mesurables, par exemple sur les coûts inhérents aux corrélations avérées entre les pesticides, la baisse des pollinisateurs et les rendements agricoles et halieutiques (arboriculture fruitière, pisciculture..), ou sur les coûts de dépollution des eaux ou des sols, ou encore les coûts économiques qu'engendrent leurs pertes d'efficacité croissante : résistances, mais aussi émergence de bactéries qui minéralisent les molécules chimiques plus rapidement.

4.3. Investissements dans les infrastructures et les réseaux qui implémentent l'agroécologie

La transition agroécologique exige des investissements en infrastructures comme par exemple des dispositifs d'épidémie-surveillance, des systèmes d'assurances collectives des risques, des plateformes expérimentales d'innovations partenariales. Des travaux de qualification exhaustifs de ces investissements sont nécessaires. Ils sous-entendent la structuration de réseaux sociotechnique entre la recherche, les services d'intermédiation (vulgarisation, conseil) et les organisations professionnelles finalisées par l'accompagnement des conditions de déploiement des alternatives aux pesticides. Ces orientations requièrent des dispositifs de microfinances ou de sources de financement permettant de diminuer les risques et de rendre acceptable sur le plan économique des baisses potentielles de rendements dans des situations d'émergence et de prototypages des innovations.

4.4. Un renouvellement nécessaire des enseignements académiques et professionnels

Les situations d'échanges entre la recherche agronomique et les structures d'enseignement académique et professionnel conduites documentées par les forums mise en œuvre ou les mises en formation expérimentales confirment le besoin d'investir dans le renouvellement des enseignements académiques et professionnels. La plupart des masters en protection des plantes identifiables respectivement au Cameroun et en Côte d'Ivoire référencent encore très peu de modules d'enseignements sur les alternatives d'usages aux pesticides et se focalisent sur les conditions d'efficacité de l'utilisation de pesticides.

5. Élément de réflexion pour une poursuite des actions

- Approfondir la mise en connaissance comparé des instruments de soutien aux technologies basés sur les pesticides de synthèse et de soutiens aux alternatives agroécologiques
- Renseigner les coût cachés (bases d'informations et méthodologies adaptés) dans une perspective "One Health" d'usages des pesticides dans les contextes d'agricultures tropicales
- Analyses comparées des politique publiques de réduction des pesticides basés sur l'activation d'alternatives agroécologiques dans le "sud global" : Chine, Inde, Brésil, Mexique, Cuba et pays à revenus intermédiaires
- Calibrer les investissements nécessaires pour l'activation des alternatives technologiques aux pesticides de synthèse
- Modifier les protocoles de recherche agronomiques d'évaluation de performances agronomique du rendement des techniques en introduisant des indicateurs d'impact sur la biodiversité la santé
- Densifier les interfaces fonctionnelles avec la société civile et les entreprises du secteur agroécologique : Réseaux nationaux d'agroécologie, Réseaux régionaux
- ONG régionales : INADES
- Institutionnaliser les interactions entre la recherche agronomique et les comités d'homologation des produits régionaux et nationaux
- Créer des interfaces (communication, échanges, ...) entre les plateformes sectorielles par filières et les réseaux d'agroécologies
- Mobiliser les Dispositif prioritaires sur des questions communes ou complémentaires concernant la réduction de pesticides de synthèse
- Impliquer des nouveaux acteurs dans les politiques de financements des alternatives agroécologiques : finance solidaire MAIF, microfinances, Banques de développement, Assurance
- Elargir les partenariats avec des nouveaux acteurs de la santé publique et environnementale : Instituts pasteurs, Ministères de la santé et de l'environnement
- Documenter les conditions d'implémentation régionales des initiatives locales ou nationales ayant réussi

- Renseigner la mise en politique globale (Organisation des nations unies : FAO, ONUDI, OIT, OMC, BM,...) d'une politique de réduction des pesticides de synthèse et de régulation internationale des firmes chimiques globalisés
- Elaborer, mettre en œuvre des modules d'enseignement sur la mise en regard des coûts risques des pesticides et des conditions d'activation des alternatives agroécologiques dans les Masters de protection des plantes de l'Afrique-subaharienne
- Renseigner des référentiels technico-économiques de mise en œuvre d'alternatives agroécologiques pour les instituts professionnels de formations
- Elaborer dans chaque université au sud une pré-identification des thématiques de recherches doctorales nécessaires au renouvellement du corps enseignant pour l'activation des alternatives agroécologiques dans l'enseignement académique.

6. Conclusion

Les verrous identifiés convergent pour expliquer l'avantage économique des pesticides chimiques sur les trajectoires alternatives (substitution, optimisation, agroécologie). Cet avantage s'expliquerait par différents « items » dont la hiérarchisation reste à conduire : projets et programmes de distribution d'intrants, subventions, détaxations, pression des prescripteurs de pesticides. La reconfiguration de l'industrie mondiale phytosanitaire relocalise par ailleurs en Chine et en Inde la production de produits génériques (pour les matières actives) et dans de nombreux autres pays (produits formulés). La Chine est ainsi devenue un acteur majeur par le rachat de grandes multinationales (par exemple, Syngenta), mais aussi en se spécialisant sur des produits "off-patent" (Werner et al.2022). Ces évolutions couplées à celles des subventions font baisser les prix d'import des pesticides en Afrique, renforçant ainsi l'avantage économique relatif de l'usage des pesticides chimiques.

Cette baisse du prix des pesticides est une « anomalie économique » au regard des coûts cachés publics et privés qu'ils engendrent. Ces coûts en santé publique, ou environnementaux sont supportés par les populations actuelles – et ensuite les générations futures, les collectivités territoriales, les services publics. Il s'ensuit une distorsion de mise en compétition des technologies reposant sur les pesticides par rapport aux technologies alternatives : agroécologie, produits de substitution. En effet les pesticides activent des techniques qui sont entrées en « routines » et les investissements (industrie chimique, mécanique, formation) ont été amortis. En revanche les techniques alternatives (agroécologie, biologique, produits de substitution) sont parfois encore au stade du prototypage ou sont très contextualisées. Elles impliquent des investissements en infrastructures, compétences, formations académiques, informations, apprentissages, institutions (systèmes d'assurances). Ces investissements sont autant de leviers potentiels pour permettre la reconnaissance et l'implémentation productive des techniques alternatives aux pesticides. Dans l'implémentation de ces dernières, la recherche agronomique a une responsabilité importante. Cette responsabilité impose de revoir les protocoles méthodologiques d'évaluation d'efficacité des techniques. En effet trop souvent fondés sur les seules observations du rendement à court terme, ces protocoles restent favorables aux pesticides. Ils devraient désormais intégrer de manière croissante la prise en compte des autres indicateurs de performance, dont les impacts sur la santé des sols, la santé humaine et des écosystèmes. D'autres leviers ou instruments de pilotages de la réduction de pesticides ont été ici faiblement abordés et doivent documenter des travaux complémentaires futurs. Il s'agit notamment d'une part des dispositifs d'informations qui génèrent l'action volontaire sur les signes de qualité sanitaire (Agriculture Biologique, Système Participatif de Garantie) et, d'autre part, des politiques publiques visant à soutenir des innovations juridiques, sociales et organisationnelles permettant de faire face à des transformations sociales profondes (disparition de la main d'œuvre agricole, individualisation de la société) et à des problématiques telles que le statut des femmes ou la faible sécurisation foncière qui, dans certains secteurs (maraîchage) constituent des freins aux investissements de moyens termes que requièrent l'adoption de pratiques agroécologiques.

7. Bibliographie

- Alliot, C., Adams-Marin, M., Borniotto, D., & Baret, P. V. (2022). The social costs of pesticide use in France. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1027583.
- Bayiha, GDLP., Makowski D, Mathé S, Kobou G, Temple L. (2023). Evaluating the performance of natural agriculture in Cameroon by the probabilistic elicitation of expert knowledge *J. of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, Vol 19, n°1.
- Brunelle, T., Chakir, R., Carpentier, A., Dorin, B., Goll, D., Guilpart, N., ... & Tang, F. H. (2024). Reducing chemical inputs in agriculture requires a system change. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 369.
- Doudou Dimi T, Aubibert M, Roch Hounghinin A, Oura Kouadio R, Kouakou Konan R. Pesticides en Afrique. Regards croisés sur les politiques publiques et les usages sociaux. (2023). *Environ Risque Sante* 22 : 175-178. doi : 10.1684/ers.2023.1720
- Goulet, F., Aulagnier, A., & Fouilleux, E. (2023). Moving beyond pesticides: exploring alternatives for a changing food system. *Environmental Science & Policy*, 147, 177-187.
- Lázaro, E., Makowski, D., & Vicent, A. (2021). Decision support systems halve fungicide use compared to calendar-based strategies without increasing disease risk. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 224.
- Lekei, E.E., Ngowi, A.V. & London, L. Underreporting of acute pesticide poisoning in Tanzania: modelling results from two cross-sectional studies. *Environ Health* 15, 118 (2016). <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0203-3>
- Ndoumbe-Nkeng, M., & Sache, I. (2003). Lutte contre la pourriture brune des cabosses du cacaoyer (*Phytophthora megakarya*) au Cameroun. Améliorer les connaissances épidémiologiques afin d'intervenir au bon moment. *Phytoma. La Défense des Végétaux*, (562).
- Bayiha, G. D. L. P., Temple, L., Mathe, S., & Nesme, T. (2019). Typologie et perspective d'évolution de l'agriculture biologique au Cameroun. *Cahiers Agricultures*, 28 (3), p. 1-8
- Möhring, N., & Finger, R. (2022). Pesticide-free but not organic: adoption of a large-scale wheat production standard in Switzerland. *Food Policy*, 106, 102188.
- Mvondo, E. A., Ndo, E. G. D., Nomo, L. B., Ambang, Z., Manga, F. B., & Cilas, C. (2022). Tree diversity and shade rate in complex cocoa-based agroforests affect citrus foot rot disease. *Basic and Applied Ecology*, 64, 134-146.
- Temple L., Compaore Sawadogo EMF., (2018). *Innovation Processes in Agro-Ecological Transitions in the Developing Countries*, Collection ISTE, Série Innovation in Engineering and Technology 190 p - ISBN : 9781786302724 - <http://iste.co.uk/book.php?id=1333>
- Schrama, M. et al. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 256, 123–130 (2018).
- Werner, M., Berndt, C., & Mansfield, B. (2022). The glyphosate assemblage: Herbicides, uneven development, and chemical geographies of ubiquity. *Annals of the American Association of Geographers*, 112(1), 19-35.
- Zhao, Y., & Rogers, S. (2024). Tracing China's agrochemical complex. *World Development*, 181, 106675.

8. Documents consultables

Articles publiés en ligne dans le n° spécial Cahiers agriculture

- Kouadio A., Pepey É., Boussou C., Brou S., Fertin L., Pouil S., 2024. Leviers de substitution à l'usage de pesticides dans les systèmes cacaopiscicoles intégrés en Côte d'Ivoire, Cahiers Agricultures, DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2024027>.
- Macé Q., Goebel F.-R., 2024. Tithonia diversifolia: beneficial companion plant to control Yellow Aphids on sugarcane fields in Tanzania, Cahiers Agricultures, DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2024023>.
- Soulé Adam N., 2024. Gouvernance des mécanismes fonctionnels d'une innovation agroécologique : cas de la production de biopesticides au Cameroun, Cahiers Agricultures, DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2023025>.

Articles en cours de publications (acceptés pour révisions mineures) n° spécial Cahiers agriculture

- Brunelle T., Bayiha G.D.L.P., 2025. Economic Mechanisms of Pesticide Use in Cameroon, Cahiers Agricultures (in revision mineure).
- Ouedraogo S., Lemeilleur A., Loconto R., Emmeneger O., Koulthoum O., Martin T., Le Bellec F., 2025. Reconnaissance institutionnelle des SPG en Afrique et soutien comme levier de la réduction des usages des produits phytosanitaires, Cahiers Agricultures (in révision mineure).
- Bayiha G.D.L.P., Temple L., Jas N., Brunelle T., Tata Ngome P., 2025. Caractérisation macro-institutionnelle des verrous et leviers pour la réduction des pesticides en Afrique, Cahiers Agricultures (in révision mineure).
- Temple L., Jas N., Brunelle T., Tata Ngome P., Le Bellec F., Côte F., 2025. Réduire l'utilisation des pesticides agricoles dans les pays du Sud : verrous et leviers socio-techniques, Cahiers Agricultures, article introductif du numéro spécial (in rédaction).

Autres articles publiés

- Brunelle T., Chakir R., Carpentier A., Dorin B., Goll D., Guilpart N., Tang F.-H., 2024. Reducing chemical inputs in agriculture requires a system change, Communications Earth & Environment, 5(1), 369.

Rapports enregistrés et en accès libre dans Agritop

- Temple L., Fernandes P., Garine Wichatitsky M.D., et al., 2024. Innovations de bioproduits basés sur micro-organismes pour réduire les pesticides : potentialités et risques (Rapport de recherche). CIRAD, Journée transdisciplinaire d'échanges, Montpellier, France, 193 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610189/>.
- Temple L., Weil M., Allinne C., Alpha A., Bagny L., Meile J.C., 2024. Pesticides dans les Systèmes Alimentaires et impacts sur la Santé humaine (Rapport de recherche). Présentation faite au séminaire d'animation scientifique CTS ET SAd, CIRAD, Montpellier, France, 83 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/609504/>.
- Traoré K.L.E., Temple L., Angbo-Kouakou, Fossou K.R., 2024. Processus d'innovation bio-fertilisants dans les systèmes de production du cacao en Côte d'Ivoire (Working Paper). Projet Santé des Plantes, Initiative Pretag, CIRAD, Montpellier, France, 54 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/609503/>.
- Bayiha G.D.L.P., Brunelle T., Jas N., Tata Ngome P.I., Temple L., 2024. Caractérisation macro-institutionnelle des verrous et leviers à la réduction d'usages des pesticides au

Cameroun (Rapport de post-doctorat). CIRAD, Montpellier, France, 100 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/608650/>.

- Temple L., Bayiha G.D.L.P., Tata Ngome P.I., Ndo E.G.D., Manguèlè G., 2024. Verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun (Actes du forum). CIRAD-IRAD, Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 180 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/608572/>.
- Bayiha G.D.L.P., Brunelle T., Jas N., Temple L., 2024. Cartographie du système acteurs de la filière pesticide au Cameroun (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France, 18 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610416/>.
- Hou S., Temple L., Ducrot R., Nguon S., Gngang L., 2024. Microorganism-based innovation process : Agricultural Bio-inputs in Cambodia (Document technique de recherche). CIRAD, Montpellier, France, 53 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610536/>.
- Bayiha G.D.L.P., Brunelle T., Jas N., Temple L., 2024. Caractérisation des coûts cachés d'usage de pesticides par les bases de connaissances mobilisables au Cameroun (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France, 28 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610418/>.

Rapports non enregistrés dans Agritrop sur demande (rapports d'étudiants ou en validation)

- Messabieu K., Michel I., Bayiha G.D.L.P., Temple L., 2024. Adéquation de références techniques agroécologiques construites dans les DROM sur du maraîchage agroécologique au contexte du Cameroun (Rapport de stage inédit). Institut Agro, 50 p. Soutenu le 28 novembre (sur demande).
- Owoade S., 2024. Perception et gestion des maladies du cacao en Côte d'Ivoire : identification de verrous et leviers de solutions alternatives dans les systèmes agricoles (Mémoire de fin d'étude inédit). Institut Agro Montpellier, CIRAD UMR PHIM, 85 p. (sur demande).
- Bikim M., 2024. Répertoire des acteurs de l'agroécologie au Cameroun (Document technique, rapport de fin de stage inédit). Université Yaoundé 2, CIRAD, 66 p. (sur demande).
- Bayiha G.D.L.P., 2024. Conditions économiques d'adoption de références techniques agroécologiques dans le maraîchage au Cameroun (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France, 45 p.
- Di Roberto H., Jas N., 2024. Déterminants macro-institutionnels du recours au pesticide. Quelles subventions aux pesticides en Côte d'Ivoire ? (Note de recherche inédite). Initiative Pretag, 34 p. (sur demande).
- Temple L., Jas N., Di Roberto H., Brunelle T., Bayiha G.D.L.P., 2024. Verrous et leviers institutionnels de réduction de pesticides chimiques dans l'agriculture tropicale africaine (Note de synthèse et projet de policy brief inédit). Initiative Pretag, 11 p. (en évaluation).
- Jas N., 2024. Politiques publiques et développement de l'usage des pesticides en Côte d'Ivoire depuis les années 1970 (Rapport de recherche inédit).

Partenariats mobilisés dans le cadre du WP

Au Cameroun

Le WP3 a mobilisé le partenariat structuré par le Dispositif Prioritaire Agroforesterie (Pretag est référencé comme un projet actif du DP). Trois partenariats ont été activés par la signature de conventions spécifiques :

- Contrat spécifique de formation simplifié de niveau Master sur : « Conditions d'activations d'innovations agroécologiques dans l'agriculture tropicale ». Cirad et l'Université de Dschang.
- Contrat de prestation de service avec GDLP Bahiya : Post-doctorat. « Caractérisation des cadres macro-institutionnels et économiques des verrous et leviers à la réduction des pesticides ».

- Convention d'accueil simplifiée d'un prestataire du Cirad au projet ACEFA : Valorisation des bases de données sur pesticides.

En Côte d'Ivoire

- Contrat de stage entre le Cirad (DR régionale) avec Kinampary LE. TRAORE – INHPB
- TDR SIMPLIFIÉE DE PARTENIAT Cirad - AFVP Mise en œuvre d'activité de recherche partagée sur l'innovation basée sur les micro-organismes

Au Cambodge

- Signature d'un PARTNERSHIP AGREEMENT entre le Cirad et Ecosystem Services and Land Use Research Center (ECOLAND) - Graduate School, Royal University of Agriculture (RUA).

Encadrement et formations d'étudiants du Sud

- 4 Masters 2 et 1 post-doctorat

Cours et conférences

- Brunelle T., GDLP. Bahiha (2023) Mécanismes économiques d'usages des pesticides au Cameroun. In. Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 7 Novembre 2023/7 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/608572/>
- Temple L. Cours de Masters à l'Université de Dschang Cameroun : Conditions socio-économiques de l'innovation agroécologique dans l'agriculture tropicale – Novembre 2023
- Temple L. 2023. Atelier-Forum -Innovations basées sur le microbiote, micro-organismes pour la santé des écosystèmes dans l'Agriculture tropicale - Une étude cas en cours sur le Bokashi - Yamoussoukro, Abidjan, Cameroun, Côte Ivoire
- Temple L. 2024. Mise en débat de résultats provisoires de la recherche dans l'enseignement en Masters à l'Institut Agro.
- Temple L., GDLP. Bahiha, Tata Ngome, JM. Harmand, E.Ndo (2023). Initiative de réduction de pesticides dans l'agriculture tropicale : un enjeu de régulation des usages au Cameroun ? – In . Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 7 Novembre 2023/7 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/608572/>
- Temple L., P. Fernandes Innovaciones de bio-productos basados en microorganismos: potencialidades y riesgos en la agricultura tropical ? VII CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGRODESARROLLO Cuba, 21 al 25 de octubre del 2024
- Bahiha GDLP, L. Temple, T.Brunelle, N.Jas, IP. Tata Ngome (2023). Caractérisation des cadres macro-institutionnels des verrous et leviers à la régulation d'usage des pesticides au Cameroun. In. Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 7 Novembre 2023/7 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/608572/>

9. Remerciements

Nous remercions l'ensemble des partenaires au Cameroun, Côte d'Ivoire Cambodge qui dans les Instituts de recherche nationaux agronomiques, les universités, la société civile (ONG : INADES, AVSF), les organisations professionnelles, les services publics, les entreprises ont participé aux forums participatifs et aux enquêtes.



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

CHAPITRE 4 : LES PLATEFORMES MULTI- ACTEURS ET LEUR ACCOMPAGNEMENT EN APPUI A LA REDUCTION DE L'USAGE DES PESTICIDES : RETOUR D'EXPERIENCE PRETAG

Référence à citer :

Blouin A., Loeillet D., Babin R., Baufumé S., Ghneim-Herrera T., Thibaud M., Sester M., Hasnaoui-Amri N., Raison E., Ngang L., Côte F.X. 2025. Chapitre 4. Les plateformes multi-acteurs et leur accompagnement en appui à la réduction de l'usage des pesticides : Retour d'expérience Pretag. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 78-112. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00832>

COORDINATION ET CONTRIBUTEURS

Coordination :

Annaig Blouin (annaig.blouin@cirad.fr)

François X. Côte (francois.cote@cirad.fr)

Contributeurs :

Denis Loeillet

Régis Babin

Servane Baufumé

Thaura Ghneim-Herrera

Martin Thibaud

Mathilde Sester

Nabil Hasnaoui-Amri

Emmanuel Raison

Linna Ngang

PRINCIPAUX OBJECTIFS

1. Identifier de la place de la réduction des pesticides dans la stratégie des acteurs de la filière.
2. Identifier ou promouvoir des plateformes multi-acteurs en appui à la transition.
3. Proposer un cadre conceptuel de fonctionnement de ces plateformes.

RESUME

Au démarrage de l'initiative Pretag, nous avons émis l'hypothèse que des "plateformes multi-acteurs" organisées par filière pouvaient être des leviers importants de la réduction de l'usage des pesticides dans les agricultures du Sud compte tenu de l'appui souvent limité dont bénéficient ces agricultures en termes de services et conseils, de formations disponibles, de politiques publiques d'accompagnement à la transition. Au cours de ces deux années de l'étude, nous avons expérimenté à travers 5 cas d'étude filières (banane dessert, cacao, café, maraichage périurbain, riz) comment ces plateformes pouvaient émerger et se structurer.

La méthodologie utilisée a été basée sur l'analyse des retours d'expérience des chercheurs en termes de connaissances des acteurs et d'accompagnement de la transition et sur la mobilisation de la démarche ImpresS.

Nous avons pu constater l'intérêt de la part de nombreuses catégories d'acteurs (de l'amont à l'aval de la filière) pour l'action collective que constituent ces plateformes. Elles permettent l'échange d'informations et la création une dynamique de co-construction de trajectoire de progrès et d'impact. Elles permettent également le développement d'interactions à bénéfices réciproques entre le secteur de la recherche et les différents acteurs du changement.

La nature des acteurs représentés dans ces plateformes et leur périmètre d'action sont naturellement liés au type de chaîne de valeur mais il est important que les producteurs y occupent une place centrale car ils sont au cœur de la décision et directement impactés par les coûts de la transition. Les plateformes des filières export doivent de facto inclure les acteurs de l'aval de la filière (transformateur, metteur en marché, grande distribution), en particulier dans le cas de filières export. Les plateformes des filières d'approvisionnement local peuvent s'organiser à l'échelle territoriale, par filière et/ou en inter-filières.

Nous avons identifié, quel que soit la nature de la filière considérée, 6 étapes clé de fonctionnement des plateformes qui constituent une forme de "cadre conceptuel" qui pourra servir de guide pour la suite des travaux initiés dans Pretag et pour le lancement de nouvelles actions collectives. Ces étapes clé concernent :

Nous avons identifié, quel que soit la nature de la filière considérée, 6 étapes clé de fonctionnement des plateformes qui constituent une forme de "cadre conceptuel" qui pourra servir de guide pour la suite des travaux initiés dans Pretag et pour le lancement de nouvelles actions collectives. Ces étapes clé concernent :

- la préparation du lancement de la plateforme pour pré-identifier les acteurs du changement et rassembler les retours d'expériences en matière de réduction des pesticides,
- la réunion d'un premier panel d'acteurs pour partager les connaissances sur la réduction des pesticides et identifier les cadres de contraintes des différents acteurs,
- la co-construction d'une vision commune globale de la transition et d'un chemin d'impact vers la réduction de l'usage des pesticides avec le panel d'acteurs,
- la co-construction d'un plan d'action avec les acteurs les plus motivés, basé sur un "périmètre actionnable" de la transition,

- le développement de sites pilotes pour tester les alternatives techniques de réduction et tester également les hypothèses de valorisation par les marchés de la démarche de transition,
- l'animation de la plateforme tout au long du processus de sa construction et de son développement.

En deux ans, nous n'avons pu que partiellement expérimenter le fonctionnement des plateformes sur les cinq filières, notre retour d'expérience concerne cependant les points suivants :

- le temps long nécessaire à l'appropriation par les acteurs de la démarche et à la compréhension/reconnaissance par tous de la diversité des cadres de contraintes des différents acteurs,
- le passage critique entre l'étape 3 et 4, l'étape 4 correspondant à un engagement fort et opérationnel des acteurs dans la démarche de réduction des pesticides,
- la "souplesse" nécessaire au développement de la démarche avec une capacité d'adaptation des 6 phases en fonction des spécificités des filières et de la réactivité des acteurs, des expériences déjà existantes en matière de réduction des pesticides,
- à côté de la dimension technique et partenariale de la transition à prendre en compte dans la construction du plan d'action, la place clé de l'identification des coûts de la transition et de solvabilisation de ces coûts,
- la place déterminante du secteur de la recherche pour soutenir et animer l'émergence et le fonctionnement de la plateforme.

La suite envisagée pour le WP4 concerne en priorité le développement d'indicateurs d'évaluation des coûts des innovations ainsi que des indicateurs multicritères d'évaluation des compromis entre les performances environnementales, sociales et économiques des transitions. Elle concerne également les liens à développer entre les actions portées par des acteurs privés dans le cadre de ces plateformes avec les actions portées par les décideurs publics dans le cadre de leur politique d'appui aux transitions. Elles concernent enfin une réflexion sur le passage à l'échelle de la transition par rapport au plan d'action décidé par les acteurs.

SUMMARY

At the launch of the Pretag initiative, we hypothesized that "multi-stakeholder platforms" organized by value-chains could serve as powerful tools to reduce pesticide use in agriculture in the Global South, given the often-limited support available to these agricultural systems in terms of advisory services, training, and public policies supporting transitions. Over the course of two years, we explored through five value-chain case studies (dessert bananas, cocoa, coffee, peri-urban vegetable farming, and rice) how these platforms could emerge and be structured.

The methodology was based on analyzing researchers' feedback regarding their knowledge of stakeholders and of the support given to transitions. We also used the ImpresS approach.

We observed strong interest from a wide range of stakeholders (from upstream to downstream in the value chain) in the collective action facilitated by these platforms. These platforms enable information exchange, foster the co-construction of progress trajectories and impact pathways, and promote mutually beneficial interactions between the research sector and change agents.

The composition and scope of these platforms are naturally linked to the type of value chain, but it is essential that producers play a central role as they are at the core of decision-making and directly impacted by transition costs. Platforms in export-oriented sectors must include downstream actors (processors, marketers, and retailers), particularly for export value chains. Platforms for local supply chains can be organized at the territorial level, by sector, or across sectors.

We have identified six key steps for platform operations that form a "conceptual framework" to guide ongoing work within Pretag and the launch of new collective actions. These key steps include:

- Preparing for platform launch by pre-identifying change agents and compiling lessons learned on pesticide reduction,
- Convening an initial panel of stakeholders to share knowledge on pesticide reduction and identify the constraints faced by different actors,
- Co-constructing a shared vision for the transition and defining an impact pathway toward reducing pesticide use with the stakeholder panel,
- Co-developing an action plan with the most motivated stakeholders, based on a "workable scope" for the transition,
- Establishing pilot sites to test technical alternatives for reduction and to evaluate market valorization hypotheses related to the transition process,
- Facilitating the platform throughout its establishment and development phases.

In two years, we were only able to partially implement the platforms across the five sectors, but our feedback highlights the following points:

- The significant time required for stakeholders to adopt the approach and for all parties to understand and acknowledge the diversity of constraints faced by different actors,
- The critical transition between step 3 and step 4, with step 4 representing strong and operational stakeholder commitment to the pesticide reduction process,
- The flexibility needed to adapt the six phases to sector-specific dynamics, existing pesticide reduction efforts, and stakeholder responsiveness,
- Beyond the technical and partnership dimensions of the transition, the key importance of identifying transition costs and ensuring their affordability,

- The crucial role of the research sector in supporting and driving the emergence and sustained functioning of the platforms.

The next steps for WP4 will prioritize the development of indicators to assess the costs of innovation and multi-criteria indicators to assess trade-offs between environmental, social and economic performance in transitions. They will also focus on strengthening the links between private sector actions within these platforms and public policy initiatives supporting transitions. Finally, they will include reflections on scaling up transition efforts based on the action plans developed with stakeholders.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les initiatives privées, comme les cahiers des charges des distributeurs en fruits, ou des certifications type Rainforest Alliance ou Fairtrade, sont des moteurs puissants du changement. La multiplicité de ces démarches et la place qu'occupe l'utilisation des pesticides dans celles-ci, montrent bien qu'il existe une vraie préoccupation des filières sur ce thème. Néanmoins, certaines expériences de cahiers des charges privés n'ont pas été de francs succès car ils étaient essentiellement imposés par la distribution. Ils ne prenaient pas en compte les contraintes, les particularités techniques et organisationnelles des acteurs amont de la filière.

Dans le cadre de l'initiative Pretag, nous avons émis l'hypothèse qu'une démarche collective matérialisée par une plateforme multi-acteurs, représentant la diversité des acteurs d'une filière, doit permettre d'identifier et contribuer à lever les verrous de différentes natures qui s'opposent ou freinent la réduction de l'usage des pesticides chimiques. Favoriser ces démarches collectives nous semble d'autant plus important que les politiques publiques de nombreux pays du Sud peinent à voir le jour ou disposent de très peu de moyens pour leur mise en œuvre. L'action collective développée dans les plateformes doit également permettre aux acteurs des filières d'être force de proposition et d'anticiper les changements plus que de les subir.

Lorsque des objectifs de réduction des pesticides sont affichés, ils concernent et contraignent principalement le secteur production, du point de vue des innovations techniques à mettre en œuvre et de la prise de risques financiers. Il apparaît dès lors primordial que les producteurs soient très bien représentés dans ces plateformes. Au-delà des producteurs, ces plateformes doivent associer d'autres acteurs directs de la filière (exportateurs, importateurs, distributeurs) et également un ensemble de parties prenantes : décideurs publics, services d'appui et de conseil, ONG, certificateurs et secteur de la recherche.

Les principales fonctions que nous souhaitons étudier dans le cadre de Pretag concernaient :

- l'identification de la place de la réduction des pesticides dans la stratégie des acteurs de la filière,
- le recensement des démarches existantes dans le domaine de la réduction des pesticides dans la filière concernée,
- l'identification des attentes et contraintes des différents acteurs en termes de démarche de réduction des pesticides,
- la définition d'une vision commune inter-acteurs de réduction de l'usage des pesticides (qui pouvait être formulée collectivement par la diversité des acteurs de la plateforme).

Et en corolaire de ces fonctions nous souhaitons également contribuer à répondre dans le cadre de Pretag aux questions suivantes :

- Comment ces plateformes multi-acteurs peuvent-elles voir le jour ?
- Quelles sont les étapes importantes de leur fonctionnement et de leur accompagnement ?
- Quelles spécificités de la filière (marchés de destination par exemple) influencent ce fonctionnement et au contraire quelle généricité peut être trouvée ?

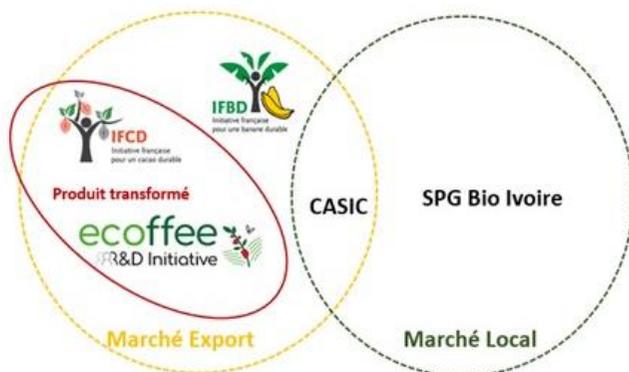
Sur le plan méthodologique, cette étude s'est appuyée sur le retour d'expériences des chercheuses et chercheurs du Cirad, spécialistes des différentes filières, ainsi que sur la démarche ImpresS ex ante (co-construction d'une théorie du changement). Elle a également permis de caractériser le fonctionnement des cinq consortia pour la réduction de l'usage des pesticides. Vous trouverez dans le graphique suivant une description synthétique de ces derniers.

Figure 1 : Présentation des consortia étudiés dans Pretag (IFCD, IFBD, Ecoffee, CASIC, SPG Bio Ivoire) et des objectifs environnementaux, sociaux et économiques qu'ils affichent



CARACTÉRISATION DES CONSORTIA ETUDIÉS DANS PRETAG

Les différents consortia étudiés



Les objectifs affichés par ces consortia

	IFCD	IFBD	ecoffee	CASIC	SPG Bio Ivoire
Réduction des pesticides de synthèse			☞	☞	☞
Durabilité environnementale des systèmes de production		☞		☞	
Lutte contre la déforestation et préservation des massifs forestiers et des zones à forte valeur environnementale	☞				
Lutte contre le travail forcé et le travail des enfants	☞				☞
Respect des droits humains et des droits du travail		☞			☞
Répartition de la valeur et responsabilité partagée dans la filière		☞			
Amélioration du revenu des producteurs et de leur famille pour qu'ils puissent atteindre un revenu décent	☞		☞		

1. Les étapes clés du fonctionnement des plateformes multi-acteurs identifiées dans le cadre de Pretag

Les étapes du cycle de développement des plateformes multi-acteurs pour la réduction de l'usage des pesticides identifiées dans le cadre de l'initiative Pretag sont résumées dans la figure suivante.

Figure 2 : Essai de caractérisation du fonctionnement de plateformes multi-acteurs pour la réduction de l'usage des pesticides



Le périmètre et le fonctionnement de chaque plateforme sera spécifique à chaque filière et contexte. Nous avons notamment observé que :

- La nature des filières influence le type de plateforme, dans les filières export, l'aval de la filière (transformateur, distributeur, metteur en marché, ...) est plus représenté, dans le cas des filières locales, les acteurs des territoires (organisations de producteurs.trices; services déconcentrés de l'Etat; collectivités territoriales; etc.) occupent une place importante et la réflexion est d'ailleurs tirée dans ces filières locales par des "approches territoires" et "inter-filières" ou "paniers (territoriaux) de biens et de services" plutôt que par des approches filières strictes ;
- Plutôt que de créer une nouvelle plateforme spécialement dédiée à la réduction des pesticides, s'appuyer sur des plateformes existantes travaillant dans le champ de la durabilité peut permettre de gagner en temps et en efficacité ;
- L'accompagnement/ la facilitation des processus participatifs / l'animation de la réflexion au sein de la plateforme est un point clef de sa réussite ; dans ce contexte, la recherche est souvent amenée à jouer un rôle important compte tenu de sa "neutralité", de sa crédibilité scientifique, de sa capacité à dialoguer avec différents types d'acteurs ;

- L'importance de la place accordée dans les plateformes aux producteurs, en particulier des producteurs les plus vulnérables, est essentielle : si cette place est mal ou pas assez reconnue, ils peuvent en effet se voir imposer par l'aval de la filière des trajectoires de réduction incompatibles avec leurs cadres de contraintes, notamment celles de nature économique ;
- Dans le cadre de Pretag, nous avons pu explorer les étapes 1 à 3 décrites dans la figure 1 et commencer à aborder les étapes 4 à 6 pour certaines filières ; le retour d'expérience que nous avons de ce fonctionnement montre que, compte tenu de la diversité des acteurs des plateformes, il faut accepter un temps de prise de décision et de mise en œuvre de ces décisions collectives souvent long; cela est nécessaire si l'on vise une appropriation par la diversité des acteurs de la démarche, des résultats de recherche de façon à, in fine, pouvoir construire des trajectoires de progrès réellement soutenus par la plateforme;
- La mise en œuvre de la plateforme n'est pas forcément un processus linéaire passant progressivement des étapes 1 à 5, des allers retours entre étapes sont possibles (la plateforme ECOFFEE illustrera dans la suite du document cette remarque).

2. Identifier la place de la réduction des pesticides dans les défis globaux auxquels fait face la filière

Au-delà des spécificités propres à chaque filière, nous avons constaté que la réduction des pesticides n'apparaissait souvent pas parmi les priorités des acteurs qui mettaient plutôt en avant les priorités de viabilité économique de leur activité et les objectifs d'augmentation de production. Ce constat semble très présent dans la cadre d'agricultures du Sud en voie d'intensification, notamment dans un contexte d'augmentation démographique. Les préoccupations santé (des producteurs et ouvriers agricoles, des riverains des exploitations, des consommateurs, des politiques publiques) sont-elles de plus en plus présentes. Cette préoccupation santé sera probablement déterminante à prendre en compte par la recherche et les acteurs des transitions pour construire une stratégie de réduction de l'usage des pesticides.

Les 5 filières étudiées dans le cadre de l'initiative Pretag sont très diverses : filière de monoculture export comme la banane, filières de produits transformés pour le café et le cacao, filières locales comme celle du riz au Cambodge et filière ancrée dans un territoire pour la filière maraîchage périurbain en Côte d'Ivoire. Les enjeux environnementaux associés à ces filières sont donc eux aussi très divers. Ceci conduit à une prise en compte différente des objectifs de réduction de pesticides. Dans notre étude, l'objectif central de réduction des pesticides a été affiché par la filière café dans le cadre de l'initiative ECOFFEE. Pour les autres filières, la problématique de réduction des pesticides est bien présente mais incluse et affichée dans des objectifs plus larges de durabilité ou de transition agroécologique.

La directive européenne CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), tout comme les clauses miroirs de la stratégie "farm to fork" du Green Deal européen, vont conduire les filières à s'intéresser à la réduction de l'utilisation des pesticides. Avec le Green Deal européen, et notamment au travers de sa stratégie Farm to Fork et des clauses miroirs, l'Europe envisage désormais imposer sa réglementation à l'ensemble des produits des pays tiers qui entreront sur le territoire européen : cela augure d'un très important impact sur les zones de production de commodités comme la banane, le café, le cacao. A plus court terme, la CSRD et ses indicateurs ESG (performances Environnementale, Sociale et de Gouvernance), vont inciter les plus grosses entreprises importatrices à examiner les pratiques environnementales en plantation de leurs fournisseurs. La nouvelle réglementation européenne en matière de devoir de vigilance a également déclenché une prise de conscience de passage à l'action de la part des filières.

Les enjeux sociaux apparaissent également dans les filières d'exportation comme indissociables des enjeux de durabilité environnementale : lutte contre le travail forcé et le travail des enfants comme pour le cacao, la défense des droits humains dans les productions de banane, le revenu décent pour ces deux filières. La filière café met elle aussi comme corolaire à ses objectifs de réduction des pesticides, la durabilité économique.

Place de la réduction des pesticides dans les objectifs de durabilité de la filière banane

La filière banane est un bon exemple de la nécessité d'organiser la réduction de l'usage des pesticides autour d'une plateforme multi-acteurs. Plusieurs grandes catégories régissent les moteurs du changement de cette filière depuis quelques années (Loeillet et al – Fruitrop n°295) :

- La réglementation passée et à venir : des décisions réglementaires sont parfois le seul moyen pour un changement radical dans l'utilisation des pesticides. La politique européenne et la révision régulière des Limites Maximales de Résidus (LMR) des différentes molécules autorisées ou, bien sûr, l'interdiction d'utilisation d'un certain nombre de matières actives, en est un très bon exemple. L'effet sur la banane, qui comporte des productions européennes est très parlant : entre 2006 et 2021, il y a eu une diminution de 70 % d'utilisation des pesticides aux Antilles, cette réduction est à la fois le fruit d'une démarche volontaire du secteur de la production soutenue par la recherche mais également le résultat des décisions réglementaires prises au niveau des politiques publiques nationales et européennes.
- Les certifications privées, et notamment les cahiers des charges de la grande distribution française : Les consommateurs et la société civile dans son ensemble, ou « soft law », ont un pouvoir de changement important. De façon directe, le secteur de la distribution annonce par exemple des engagements de réduction de pesticides concernant l'utilisation des pesticides qui se répercutent au niveau des producteurs. De façon indirecte la demande des consommateurs, relayée par les distributeurs, conduit à des incitations à la baisse d'utilisation de pesticides par les producteurs, voir dans certains cas à la suppression de certains types de pesticides (insecticides par exemple) dans le cahier des charges fixé par les distributeurs vis à vis de leurs fournisseurs. Les organismes certificateurs des labels environnementaux, eux aussi à l'écoute de la société civile, souvent issus d'ONG militantes, agissent sur la production en modifiant leurs cahiers des charges. Ces modifications se font quelques fois en étroite relation avec la recherche, mais pas toujours, ce qui peut aussi donner lieu à des impasses techniques, les objectifs étant fixés sans solutions techniques suffisamment matures. Dans ce contexte, les producteurs ne sont pas toujours à la manœuvre, car la transition implique de nombreux changements dans leurs systèmes de culture : connaissances, savoir-faire, coût, main d'œuvre formée, nouveaux équipements, nouveaux produits... Ils sont donc plutôt suiveurs de l'aval de la filière car la valeur ajoutée issue d'un nouveau système de culture agroécologique est absente ou insuffisante. Cette observation conduit à un constat fort que nous avons pu faire dans le cadre de Pretag : sans évaluation des coûts financiers de la transition, sans solvabilisation et partage de ces coûts par les acteurs de la filière et par les consommateurs, la réduction de l'usage des pesticides apparaît comme très complexe voire impossible à mettre en œuvre même si des solutions techniques existent. Cette constatation est d'autant plus forte dans le cas de la banane qui reste un produit d'appel de la grande distribution avec des prix bas.
- Les impasses techniques, par exemple l'absence de solution face à des maladies émergentes (cas de la maladie fongique TR4 en banane, contre laquelle il n'existe actuellement pas de solution de traitement), nécessite un changement de paradigme dans la conception du système de culture pour contourner cette impasse. Dans le cas de la TR4, seul un changement variétal dans le système monovariétal actuel qu'est la banane, pourra permettre de continuer à produire de la banane dans les zones atteintes. Enfin, des problématiques sociales, comme le désintérêt de la main d'œuvre pour les activités agricoles conduisent également à des changements dans la production et son organisation.

Il apparaît donc qu'une grande diversité de parties prenantes influence le changement au sein de la filière banane ce qui est également vrai pour les autres filières d'exportation.

C'est dans ce contexte que l'Initiative Française pour une Banane durable (IFBD) a vu le jour et a été appuyée par les chercheurs et chercheuses participants à Pretag. Ce consortium, regroupe des représentants de tous les maillons de la filière (producteurs, importateurs, mûrisseurs, distributeurs), mais aussi des certificateurs, des ONG, des représentants de l'Etat et la recherche qui joue le rôle de tiers de confiance en coordonnant l'initiative. Les pesticides font bien partie des grands enjeux retenus par l'IFBD mais s'insère dans un ensemble d'objectifs plus vaste concernant la durabilité : répartition de la valeur et responsabilité partagée, durabilité environnementale (au sein de laquelle la réduction des pesticides tient une part importante) et les droits humains.

Place de la réduction des pesticides dans les objectifs de durabilité de la filière maraichage en Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire les légumes feuilles et fruits sont produits pour l'alimentation des populations locales dans le cadre d'un marché informel. La demande étant plus forte que l'offre une partie est importée de la sous-région en particulier les oignons et les tomates. Cette production maraichère est assurée par des petits producteurs qui conduisent leurs cultures de façon conventionnelle sur des petites superficies généralement en monoculture, avec une très faible diversité variétale et une utilisation excessive d'intrants chimique, tant pour les fertilisants que pour les pesticides et cela d'autant plus que la parcelle cultivée est petite. L'absence de structuration de la filière maraichère, de formation des producteurs et de contrôle des pratiques et des produits rend utopique la réduction totale et immédiate de l'usage des intrants chimiques et des pesticides en particulier en raison de critères d'achat des consommateurs pour les fruits et légumes sur les marchés basés sur la couleur et l'aspect général plutôt que sur la qualité nutritionnelle et sanitaire. Une partie des ménages aisés d'Abidjan seraient prêts à acheter un peu plus cher des légumes locaux si la qualité était garantie. L'absence de traçabilité des produits agricoles et d'analyse de la qualité des produits sur les marchés locaux ne permet cependant pas de sensibiliser les populations essentiellement urbaines, aux risques auxquels elles sont exposées en matière de contaminations chimiques (résidus de pesticides) ou biologiques (bactéries pathogènes humaines) encore moins de l'impact des mauvaises pratiques phytosanitaires sur la santé humaine et sur tous les compartiments de l'environnement en général. Pour autant, l'augmentation du prix des intrants chimiques, en particulier de l'engrais, et le souci des producteurs de préserver leur santé, ont contribué à encourager le recours aux intrants biologiques fabriqués localement en particulier les produits compostés mais aussi les biopesticides à base de plantes. Ce secteur est d'ailleurs en pleine expansion en raison de la demande qui touche toutes les filières agricoles. En plus de cela, la grande majorité des techniques agroécologiques (biofertilisants, biostimulants, biopesticides) sont basées sur des produits locaux (produits résiduaire organiques, plantes pesticides, microorganismes), des espèces et des variétés diversifiées, des techniques agricoles simples (rotations, associations, paillage) des plantes de service (couverture, agroforesterie, hôtes d'insectes utiles), des associations mais aussi la mutualisation de toutes ces activités nouvelles qui reposent sur des associations et des coopératives. En effet les activités agroécologiques sont sources d'emploi et de technicités déjà présentes y compris l'identification et production de micro-organismes. Cependant, même si les résultats sont satisfaisants en termes de production diversifiée et durable, de réduction des risques et de qualité de la production, le développement de ces techniques agroécologiques nécessite de la main d'œuvre, de la connaissance, de la formation, du petit matériel et des savoir faire donc une capacité d'investissement qui reste difficilement accessible aux petits producteurs du fait de l'insécurité foncière et de l'absence d'organisation. D'où la nécessité de développer en Côte d'Ivoire une norme locale de certification de la qualité que sont les Systèmes Participatifs de Garantie (SPG) basés sur des circuits courts, ancrés dans les territoires, associant producteurs et consommateurs impliqués ensemble dans la rédaction commune d'une charte de production et un contrôle simultané des systèmes de production. La certification locale des produits alimentaire permettrait à prix égal de favoriser la vente des produits de meilleure qualité et de pratiquer des prix de vente comparables à ceux des produits conventionnels mais plus rémunérateurs pour les producteurs en raison de la réduction des intermédiaires et d'une réduction des pertes pendant le transport et le stockage. En parallèle la co-construction de 4 plateformes multi-acteurs (PFMA) ancrées sur les territoires (www.projet-marigo.org) et aujourd'hui reconnues par les institutions locales devrait contribuer à :

1) mieux structurer les filières locales des fruits et légumes, 2) partager les diagnostics et identifier des solutions adaptées aux acteurs, 3) sensibiliser les pouvoirs publics pour mettre en place des solutions techniques et organisationnelles adaptées qui permettent de mieux répondre à la demande, 4) sécuriser le foncier destiné à l'alimentation des populations urbaines et leur accès à l'eau potable, 5) améliorer et faciliter le stockage, le conditionnement, le transport et la mise en marché, 6) encourager la transformation des produits frais.

En ce qui concerne la question plus spécifique de la réduction des pesticides chimiques, le ministère de l'agriculture de Côte d'Ivoire (MEMINADER) a déjà pris la mesure de l'importance de développer la production de produits vivrier en quantité et en qualité. En novembre 2017 un cadre d'intervention des investissements a été adopté. Il s'agit du Programme National d'Investissement Agricole, deuxième Génération, 2018-2025 qui s'inscrit dans une perspective d'agriculture durable, compétitive et respectueuse de l'environnement et où l'agroécologie s'impose comme une approche essentielle pour préserver divers équilibres écologiques, en développant des systèmes de transition agroécologique. Dans cette logique, la Côte d'Ivoire se distingue en tant que pays membre de la CEDEAO participant au Projet d'Appui à la Transition Agroécologique, financé par l'Agence Française de Développement et mis en œuvre par la CEDEAO à travers l'Agence Régionale pour l'Agriculture et l'Alimentation (ARAA). Le Programme Agroécologie (PAE) a pour objectif d'améliorer les performances des exploitations agricoles familiales et d'accroître les revenus des populations d'Afrique de l'Ouest. Ce programme renforce leur résilience face aux changements climatiques, en favorisant des processus de préservation et de restauration des écosystèmes cultivés et naturels, tout en veillant à la sécurité alimentaire et nutritionnelle. L'un des défis actuels de l'agriculture ivoirienne est donc d'assurer durablement la sécurité alimentaire, de maintenir des niveaux d'exportation soutenus sur le long terme pour une croissance économique durable tout en préservant l'environnement pour les générations actuelles et futures. L'une des solutions les plus prometteuses pour relever ce double défi est la pratique de l'agriculture écologique ou l'agroécologie. Pour y répondre les institutions nationales impliquées dans le projet MARIGO souhaitent poursuivre les activités de recherche conduites en partenariat avec le Cirad en particulier par la poursuite des actions de recherche/développement sur la production et la caractérisation de biointrants tout en s'interrogeant sur leur qualité, leur performance et leur place dans des systèmes de cultures agroécologiques qui pour certains d'entre eux ont déjà fait l'objet d'idéotypes co-construits par les acteurs des territoires à travers les PFMA et les agronomes du consortium destinés à produire tout au long de l'année dans des périmètres périurbains sécurisés, un grande diversité de légumes sûres et sains.

Place de la réduction des pesticides dans les objectifs de durabilité de la filière riz au Cambodge

Au Cambodge, la production rizicole a plusieurs fois été reconnue pour sa qualité avec la variété Phka Rumdoul, primée pour ses qualités gustatives comme le meilleur riz du monde en 2022 à la conférence mondiale du riz en Thaïlande. Cette variété de riz parfumé de cycle long est pourtant de moins en moins cultivée pour laisser place à des variétés à cycle court permettant de multiplier le nombre de cycles dans l'année et d'augmenter la rentabilité économique. La multiplication des cycles entraîne cependant une augmentation des besoins en fertilisation minérale et l'utilisation des pesticides, en particulier les herbicides en début de cycle à cause du semis à la volée, mais aussi des fongicides et des insecticides en cours de culture. Plusieurs filières de qualité sont présentes : le riz certifié bio, riz SRP (Sustainable Rice Platform) et riz RegenAgri. Ces différentes filières nécessitent un contrôle de l'usage des pesticides mais seule la filière bio a des critères très clairs en la matière. Les compagnies exportatrices de riz rencontrent néanmoins de plus en plus de problèmes pour faire face aux critères européens sur les résidus de pesticides et sont très demandeuses d'actions collectives pour contrôler leur usage en riziculture.

Au niveau national, le Cambodge s'engage pour la transition agroécologique, notamment à travers l'implication de CASIC (Consortium interministériel cambodgien sur l'agriculture durable) dans la coalition agroecology depuis 2021 (<https://www.casiccambodia.net/post/casic-represents-cambodia-in-the-agroecology-coalition>) pour une transformation des systèmes alimentaires. Le riz en est un des éléments importants.

3. Identifier les acteurs du changement

Le changement ou “innovation” est compris ici comme un processus complexe, interactif, parfois tourbillonnaire et imprévisible, influencé par son environnement. Il comporte des phases d'accélération, de ralentissement et de crise, et implique de nombreux allers-retours entre actions de recherche et actions entreprises par les partenaires des chercheurs, jusqu'à parvenir à la mise en œuvre des innovations par les acteurs des filières.

Les acteurs qui de façon directe ou indirecte portent ou interviennent dans le processus d'innovation pour la réduction des pesticides sont :

- les acteurs agricoles : les agriculteurs / les organisations agricoles,
- les fournisseurs d'intrants,
- les organismes (publics et privés) de formation et conseil en agriculture (dont les spécialisés “filière”),
- le système national et régional de recherche agricole,
- les agences de crédit, les agences foncières, ...
- les acteurs de l'aval de la filière : exportateurs, transformateurs et entreprises agro-alimentaires;
- les metteurs en marché et distributeurs,
- les consommateurs,
- les collectivités territoriales,
- ...

Dans le cadre de Pretag, nous avons identifié pour les filières étudiées :

- les acteurs “majeurs” au centre de la volonté de changement et qui portent une ambition de transformation de la situation actuelle ainsi qu'un diagnostic des problèmes rencontrés dans la filière,
- les acteurs “impactés” qui seront affectés positivement par la réduction des pesticides (conditions de travail, santé, environnement) mais également négativement (les vendeurs de pesticides de synthèse par exemple),
- les acteurs “influent” : qui sont en mesure de réguler, de fixer les règles, d'influer sur les décisions (publiques comme privées).

Nous considérons dans le cadre de la démarche ImpresS ex ante que nous avons mobilisée pour cette étude, qu'un même acteur peut être à la fois majeur et impacté (par exemple un chercheur proactif en agroécologie, qui transforme sa façon de faire de la recherche du fait même de la mise en œuvre du projet en partenariat).

Pour Pretag, nous avons procédé de la façon suivante :

- identifier les acteurs majeurs en partant d'une interrogation sur les partenaires de la recherche, par exemple, avec qui le Cirad travaille-t-il sur la thématique de réduction des pesticides ? depuis quand ? dans quelles régions ? sur quels systèmes de production ?
- identifier les acteurs impactés, en particulier ceux qui sont dans la chaîne de valeur considérée et en élargissant aux acteurs impactés au niveau du territoire dans lequel s'insère la filière (collectivités territoriales, associations locales, etc.),
- identifier les acteurs influents : services de l'Etat créant et régulant les normes, les taxes, incitations fiscales, etc. ; services privés de recherche-développement liés aux grandes entreprises structurant la chaîne de valeur amont et/ou aval ; ONGs et autres organisations de la société civile mettant à l'agenda des revendications liées à la santé (comme l'importance de réguler les applications de pesticides).

Dans le cadre des ateliers organisés dans Pretag, notre premier travail a consisté à identifier puis réunir cette diversité d'acteurs pour échanger sur les enjeux de la filière et la place de la réduction des pesticides dans ces enjeux. Nous n'avons pas à ce stade inclus les consommateurs (associations de consommateurs) dans les plateformes. Nous avons pensé que compte tenu de la durée courte de l'initiative Pretag (2 ans) il était plus réaliste de concentrer d'abord nos efforts sur les acteurs directs et indirects des filières. A moyen terme il est possible qu'inclure les associations de consommateurs sera une façon de renforcer les travaux de plateformes. Les plateformes multi-acteurs sur lesquelles nous travaillons se rapprocheraient alors du concept de living lab.

Les acteurs du changement de la réduction des pesticides dans la filière cacao de Côte d'Ivoire

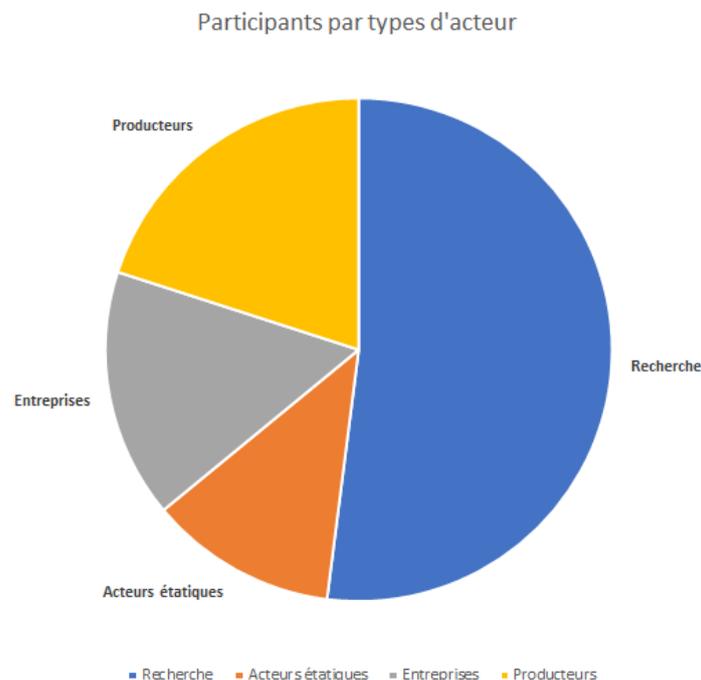
C'est l'Initiative française pour un Cacao Durable (IFCD) qui au départ a été pressentie comme plateforme multi-acteurs pouvant être intéressée par la réflexion de Pretag. Cependant, lors de la réflexion sur la constitution et l'accompagnement d'une plateforme multi-acteurs pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans la filière cacao, nous avons trouvé important de démarrer l'étude en centrant d'abord la réflexion sur l'amont de la filière et les petits producteurs. Nous avons organisé, avec l'appui du Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD/Wascal) de l'Université Félix Houphouët Boigny (UFHB) un atelier en Côte d'Ivoire, afin de rassembler des représentants des différents acteurs de la filière, depuis le producteur jusqu'à l'importateur européen, en passant par les services de l'Etat travaillant sur cette filière.

L'objectif principal de l'atelier était de permettre aux différents acteurs de la filière cacao de s'exprimer sur leurs attentes et leurs motivations à agir sur l'enjeu de la réduction de l'usage des pesticides et de réfléchir à une vision commune du futur et une trajectoire de changement plausible autour de la réduction des pesticides. Cet atelier devait également permettre l'émergence d'une volonté de travailler par la suite sur cette vision commune, notamment par la création d'une plateforme multi-acteurs. Dans ce contexte, nous avons contacté un certain nombre de représentants d'institutions de recherche, des universités, des ministères, de la société civile et du secteur privé dont la participation nous permettrait d'atteindre à cet objectif.

Ainsi, une trentaine de personnes ont participé à l'atelier :

- des producteurs de cacao et un responsable de coopérative, la Société Coopérative Agricole Lablegou d'Okromodou (SOCOOPALAO-COOP-CA) ;
- des chercheurs du CIRAD et du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) ;
- des enseignants-chercheurs des universités Félix Houphouët Boigny (UFHB), Nangui Abrogoua (UNA) et Péléforo Gon Coulibaly (UPGC), et du Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBA-Wascal) ;
- des représentants des ministères de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de Côte d'Ivoire (MESRSCI), de l'Agriculture et du Développement Rural (MEMINADER) et de l'Environnement, du Développement Durable et de la Transition Ecologique (MINEDDTA) ;
- des représentants des organismes étatiques de développement agricole, l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER), et de gestion de la filière Cacao en Côte d'Ivoire, le Conseil Café Cacao (CCC) ;
- des représentants des exportateurs de cacao, avec les entreprises Nestlé et Cargill ;
- des représentants des ONGs, telles que Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF) et Nitidae ;
- des représentants de l'industrie phytopharmaceutique, avec des responsables des associations des entreprises du secteur en Côte d'Ivoire : CropLife et Association des Entreprises Nationales Phytosanitaires de Côte d'Ivoire (AMEPHCI) ;
- un représentant du secteur de l'apiculture, avec le Bon Miel de CI.

Figure 2 : Typologie de participants à l'atelier Pretag cacao d'Abidjan et répartition selon le nombre de participants)



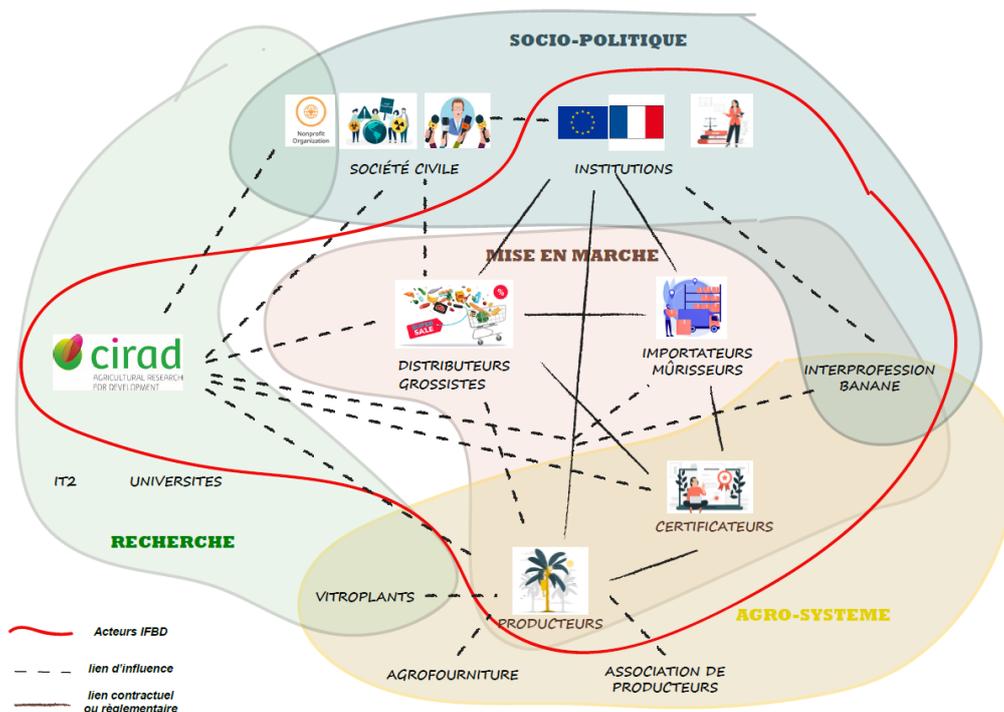
Les acteurs du changement de la réduction des pesticides dans la filière banane dessert

Lors de la création de l'IFBD (Initiative française pour une banane durable), la volonté était d'embarquer l'ensemble des acteurs directement impliqués dans la filière commercialisant des bananes en France. En réunissant cet ensemble d'acteurs, c'est un objectif d'impact qui était visé. Des initiatives précédentes réunissant par exemple la recherche et un acteur de la production avaient en effet montré leurs limites : même si des innovations techniques et organisationnelles pouvaient être mises en place dans le cadre de ces initiatives, elle se heurtaient finalement au niveau du marché à des distorsions de concurrence, les bananes produites avec moins de pesticides se retrouvant en volume limité et au même prix que des bananes produites de façon conventionnelle. Nous avons donc émis l'hypothèse que travailler à l'émergence d'une plateforme réunissant tous les acteurs responsables de totalité des volumes commercialisés en France autour d'un objectif commun pouvait favoriser un changement effectif de pratiques sur des volumes de production conséquents.

Au-delà des acteurs directs de la filière (producteur, mûrisseurs, metteurs en marché, ...), nous avons souhaité associer à cette plateforme d'autres acteurs influençant la filière : ONG, Institutionnels, certificateurs et bien sûr le secteur de la recherche. Les 5 grands collèges constituant l'IFBD sont donc :

- Le collège amont : la production de banane est française est bien présente par ses représentants au sein de l'IFBD. Mais les autres zones de production sont également représentées que ce soit par la présence d'importateurs qui sont également producteurs, mais aussi par le syndicat représentant les producteurs africains. Les autres participant à ce collège sont les importateurs,
- Le collège distribution primaire : il rassemble à la fois les mûrisseurs, qui sont les premiers metteurs en marché, au sens règlementaire, de la banane jaune, mais aussi les grossistes,
- Le collège distribution finale, qui rassemble les distributeurs et les détaillants. Presque toutes les enseignes sont présentes à titre individuel, en plus de leur représentant FCD,
- Le collège ONG et certificateurs,
- Le collège institutionnel et recherche.

Figure 4 : Cartographie des acteurs banane et place des acteurs de la plateforme IFBD



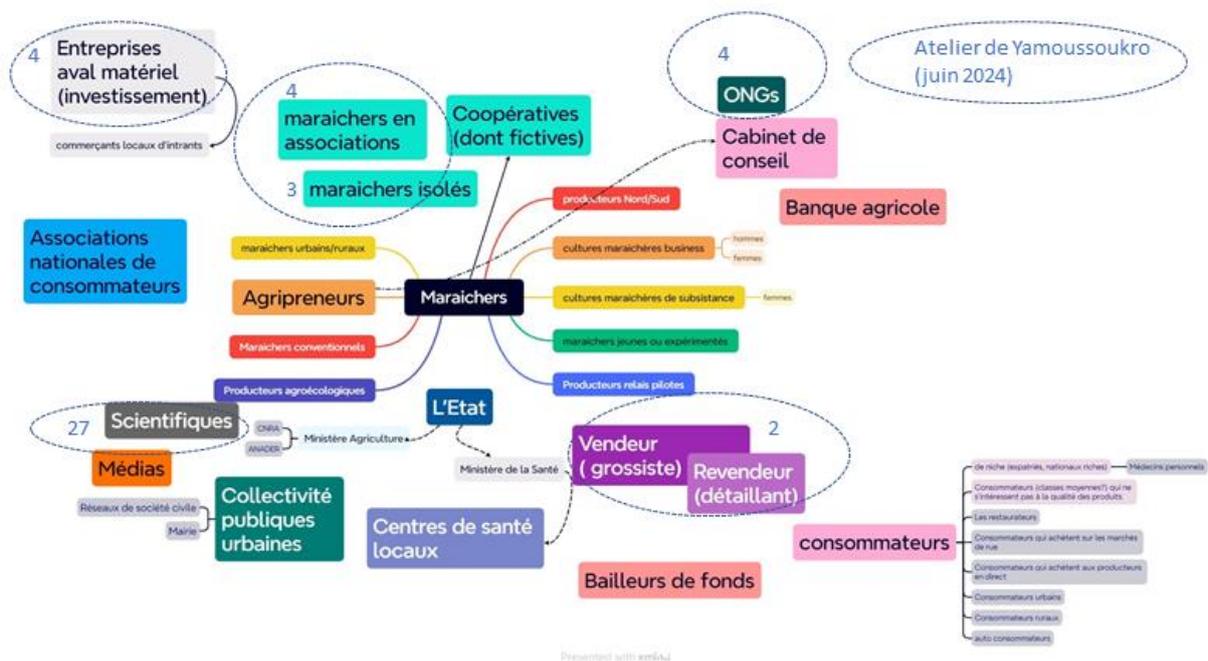
La particularité de la filière banane est qu'elle dispose d'une interprofession reconnue au niveau européen. Cette interprofession, l'AIB, est donc l'un des membres pilotant le projet avec les différents animateurs. C'est le CIRAD, donc la recherche, qui joue le rôle de tiers de confiance et qui a en charge l'animation de l'initiative.

Les différents acteurs participants n'ont pas le même niveau d'avancement en matière de transition agroécologique. Un challenge est donc apparu pour bien faire la distinction entre d'une part des connaissances et savoir-faire de type "bien commun", de l'ordre du précompétitif et d'autre part d'avancées privées individuelles de type "bien privés" (par exemple les cahiers des charges de marque de distributeur qui ont tous des exigences sur la durabilité en plantation, ou contrat de collaboration de recherche déjà en cours). Nous avons défini collectivement ce qui devait être considéré comme un socle commun en prenant l'exemple d'une "première marche d'un escalier" c'est à dire les ambitions communes des contributeurs de l'IFBD en les distinguant d'initiatives individuelles qui se place déjà sur les marches suivantes de l'escalier.

Dans les différents groupes de travail qui ont pu avoir lieu jusqu'à présent, l'ensemble de la filière, que ce soient les acteurs de l'amont (les plus impactés) ou ceux de l'aval (les plus exigeants car sous la pression sociétale), convergeait sur les constats partagés et sur les grandes ambitions que devaient porter l'IFBD. Notre constat actuel est que si une vision commune a pu être construite entre acteurs de nature très différentes et aux intérêts parfois contradictoires, la mise en place des actions est plus difficile, les différents acteurs ayant chacun une interprétation différente de l'urgence et des calendriers de mise en œuvre des actions (pour certains acteurs on a observé un refus de s'engager au-delà de la déclaration d'intention). Il faut donc accepter que la mise en œuvre se fasse sur des temps longs, faire preuve de pédagogie pour réexpliquer certains éléments et continuer à "embarquer" puis conserver tout le monde dans la démarche. Le choix initial a été de décider que toutes les décisions devaient être prises par consensus et que la mise en œuvre des actions devait être possible dans toutes les conditions de production. Sans cela, l'initiative restera une démarche avec de grandes ambitions qui resteront sur le papier et ne seront jamais implémentées sur les terrains.

Les acteurs du changement de la réduction des pesticides dans la filière maraîchage

Figure 5 : Les acteurs du changement dans la filière maraîchage



Les acteurs du changement de la réduction des pesticides dans la filière riz du Cambodge

Les acteurs identifiés pour la filière riz ont été validés au cours du workshop qui s'est tenu le 28 novembre 2024 à Phnom Penh. Ils concernent :

- les agriculteurs ;
- les coopératives agricoles qui gèrent les certifications et font le lien entre les riziers et les agriculteurs ;
- les vendeurs de pesticides (secteur privé), notamment les compagnies d'importation des produits et les distributeurs, qui sont souvent les conseillers de proximité des agriculteurs en matière de gestion des bioagresseurs ;
- les prestataires de services, notamment les pilotes de drones. Leur prestation est souvent peu coûteuse, mais ils ont des exigences qui peuvent aller à l'encontre de toute réflexion environnementale. Ils doivent donc être bien inclus dans le processus ;
- les compagnies exportatrices de riz ainsi que la Fédération Cambodgienne du Riz (CRF), qui regroupe les riziers ;
- les services provinciaux de l'agriculture, qui font un travail de conseiller de terrain mais sont également en charge du contrôle des magasins de pesticides ;
- le Ministère de l'Agriculture, en charge de la régulation des pesticides et de la centralisation des suivis au niveau agricole. Il porte également les ambitions du gouvernement en matière d'agroécologie, ainsi que le Ministère de l'Environnement, qui gère notamment le recyclage des emballages de pesticides ;
- les chercheurs et les ONG.

Figure 6 : Représentation des acteurs de la filière riz au Cambodge

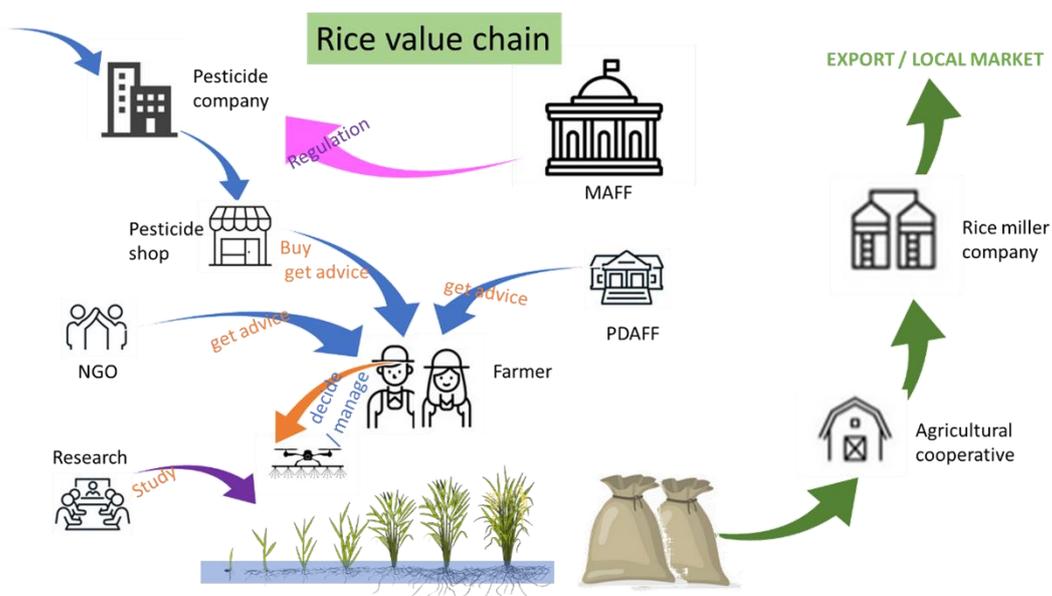


Figure 7 : Atelier Pretag Cambodge Riz : préfiguration de la plateforme multi-acteurs, novembre 2024



4. Identifier et partager un inventaire des ressources disponibles et construire une vision commune et un chemin d'impact global

L'objectif est dans cette étape de construction de la plateforme multi-acteur de réunir un ensemble de ressources et connaissances techniques et d'expériences déjà réalisées ou en cours sur la réduction des pesticides. Ces informations sont souvent dispersées mais indispensables pour établir "une ligne de base" de l'existant et préciser le degré de maturité des solutions proposées. Ces informations permettent de replacer l'enjeu de la réduction des pesticides dans l'agenda de chaque acteur.

La vision commune partagée de la logique d'intervention a pour objectif de relier les impacts visés à long terme (15 ans et au-delà), les changements souhaitables à moyen terme (d'ici 5 à 10 ans) et la production de résultats par les acteurs coréalisateur et co-responsables d'interventions de type projets (à plus court terme, d'ici 3 à 5 ans).

La théorie de changement (qui est sous-jacente au chemin d'impact) explicite (sous forme de texte) les hypothèses concernant les relations de causalité entre les différentes échelles du chemin d'impact. Au-delà du chemin de la vision commune et du chemin d'impact global, nous avons introduit dans le cadre de Pretag la notion de "périmètre d'action" ou "périmètre actionnable" que nous détaillerons dans le paragraphe suivant de ce document. Ce "périmètre actionnable" vise à replacer dans le "chemin d'impact global de long terme" un "plan d'action sur le court et moyen terme" permettant la mise en œuvre opérationnelle de la transition en fonction de l'engagement et des possibilités des acteurs.

Vision commune de la transition et chemin d'impact global construits par les participants de l'atelier Pretag-Cacao réalisé en mai 2024 en Côte d'Ivoire

En début d'atelier, un état des lieux de la question de l'utilisation des pesticides dans la filière cacao en Côte d'Ivoire a été partagé, grâce à des contributions concernant l'utilisation des pesticides dans cette filière, les bioagresseurs du cacao et les méthodes de gestion, les avancées et contraintes liées au développement des bio-intrants, y compris leur homologation par les autorités ivoiriennes. Ensuite, d'autres contributions des participants sont venues broser un tableau de l'écosystème entourant cette problématique : des initiatives du CNRA (sur la réduction des pesticides dans la filière cacao), du Ministère de l'Agriculture (sur le programme Pesticides obsolètes), du CIRAD (projet CACAO4FUTURE) et des ONG NITIDAE et AVSF (sur l'accompagnement aux producteurs de cacao vers des pratiques durables).

En tenant compte de ces éléments, une vision du futur a été construite collectivement, en partant dans un premier temps de la vision de chaque groupe d'acteurs : acteurs étatiques, acteurs de recherche, producteurs, ONG, entreprises phytosanitaires, entreprises de transformation- exportation. Les groupes d'acteurs ont été interrogés sur les impacts à long terme espérés sur le plan sociétal et au niveau de la filière du cacao, d'une intervention collective sur la réduction des pesticides dans la filière cacao. Puis à partir des éléments ressortis, une vision commune du futur a été formulée, comme suit :

“En 2040, la Côte d'Ivoire rayonnera grâce à son cacao « vert » et de qualité.

La réduction de l'utilisation des pesticides de synthèse dans la culture de cacao, dans l'optique de préserver la santé humaine (du planteur au consommateur) et l'environnement, sera possible grâce au développement de méthodes de lutte intégrée (variétés résistantes, itinéraires techniques adaptés et régionalisés, développement de pesticides à action plus ciblés et moins toxiques, développement de biopesticides). Les techniques de restauration des sols et du couvert végétal seront encouragées, la biodiversité dans les cacaoyères sera préservée.

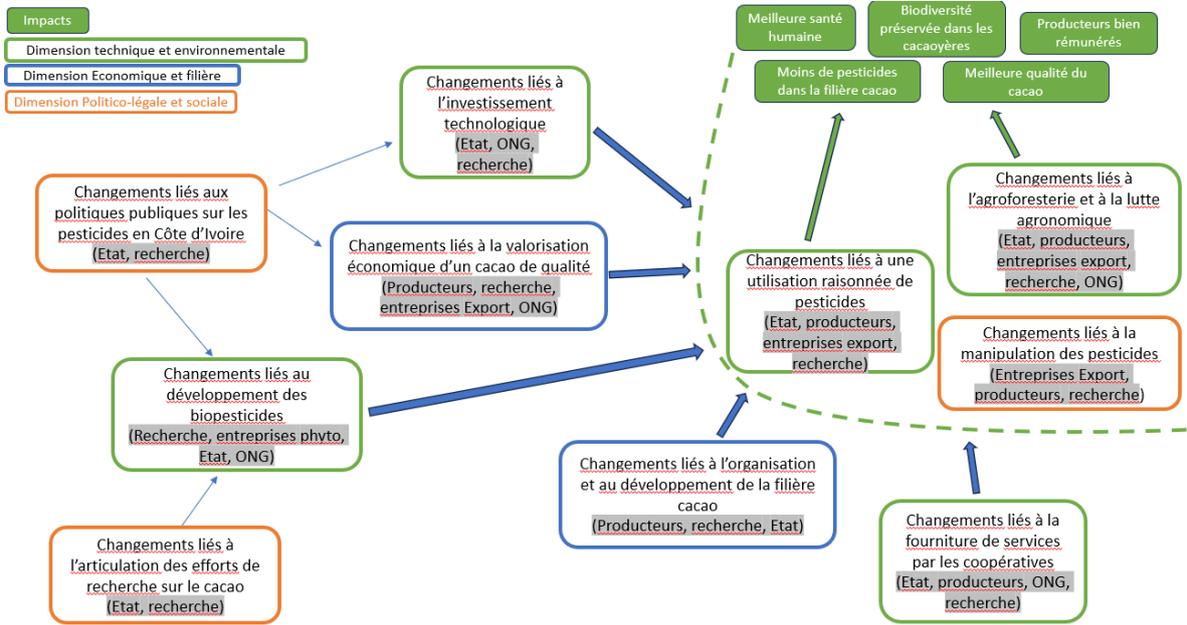
La culture du cacao restera une agriculture familiale, les superficies de cacaoyères n'augmenteront pas mais la productivité et la qualité seront améliorées. Le producteur (et la main d'œuvre) de cacao ivoirien sera bien rémunéré, aura une qualité de vie et des conditions de travail satisfaisantes.

La transformation du cacao se fera davantage au niveau national”

Par la suite, des travaux en groupe ont permis d'analyser la problématique de réduction des pesticides dans la filière cacao sous 3 angles : les aspects économiques et de filière, les aspects techniques et environnementaux, et les aspects politiques et sociaux. Les contraintes et opportunités analysées ont permis d'identifier les acteurs impliqués et les plus à même d'influencer ces problématiques. C'est donc par les acteurs qu'a alors débuté un travail de « cartographie des changements souhaitables » qui, à travers des travaux de groupes et des rotations entre les groupes de type « world café », a conduit à la construction collective d'un chemin d'impact sur la réduction des pesticides dans la filière cacao de Côte d'Ivoire.

Le chemin d'impact ainsi constitué, sur lequel les différents acteurs présents se sont positionnés en fonction de leur intérêt et rôle envisagé dans le cadre d'une collaboration future, a repris une série de changements (outcomes) regroupés de façon thématique comme suit : agroforesterie et lutte agronomique – investissement technologique – utilisation raisonnée de pesticides – fourniture de services par les coopératives - développement de biopesticides (Dimension technique et environnementale) ; valorisation économique - normalisation et cahier des charges – organisation filière - notoriété (dimension économique et filière) ; politiques publiques – articulation de la recherche - santé des producteurs (dimension politico-légale et sociale).

Figure 8 : Atelier Pretag Côte d'Ivoire Cacao : chemin d'impact global construits par les participants, mai 2024



Vision commune de la transition et chemin d'impact global construits par les participants de l'atelier maraichage réalisé en mai 2024 en Côte d'Ivoire

“En 2035, les terres agricoles sont protégées par les autorités. Ainsi, les villes disposent de périmètres maraichers aménagés pour la gestion de l'eau et gérés en coopératives. Le maraicher agroécologique a accès à des intrants bio, des semences paysannes et des plants de qualité disponible sur le marché local. Il utilise de la mécanisation et du matériel d'irrigation, ainsi que des plantes compagnes et des arbres utiles en agroforesterie. Employant des techniques modernes et anciennes adaptées, sa production diversifiée inclut le maraichage, l'élevage et la transformation des produits. Sa réussite financière et son statut de chef d'entreprise améliorent son image sociale et politique. Tous les producteurs sont formés à l'agroécologie, garantissant de bons rendements et la connaissance des innovations. Les producteurs relais forment les autres, et les jeunes s'intéressent à l'agriculture grâce à l'éducation. La filière maraichère, organisée régionalement et nationalement, fixe les prix et bénéficie d'investissements publics et privés ou de prêts auprès de la banque agricole. La confiance et la sécurité alimentaire des consommateurs sont renforcées via des SPG et la production de produits agroécologiques, plus valorisés, de qualité testée pour les résidus de pesticides.

Les producteurs (maraichers et entreprises d'intrants biofertilisants) sont professionnalisés et produisent des produits agroécologiques standardisés, rémunérateurs, disponibles sur un marché régional, et répondent aux besoins des consommateurs d'avoir accès à des produits plus sains.

Les producteurs sont en organisations interprofessionnelles agricoles et en coopératives pour produire un produit labellisé reconnu et garantissant une meilleure santé pour les producteurs et consommateurs. Une nouvelle classe de producteurs instruits est apparue. Cette classe est très consciente des effets des pesticides sur la santé humaine. Elle est exigeante et active dans les organisations s'intéressant à l'agroécologie. Ces producteurs contribuent à la défense des droits et devoirs de l'ensemble des producteurs. Ces produits labellisés sont proposés aux cantines scolaires, aux camps militaires, aux internats, aux hôpitaux. Les producteurs disposent de marchés fixes. Dans les grandes villes, des marchés exclusivement bio labellisés sont proposés : ils sont directement approvisionnés par les zones de production.

Les consommateurs sont organisés. En 2044, la classe moyenne est plus engagée, plus importante et exige des produits sains pour elle et pour sa famille. Ce comportement conforte les changements de pratiques au niveau des producteurs, en faveur de l'agroécologie. Ces acteurs sont parties prenantes de l'élaboration de politiques publiques concernant la réduction de l'utilisation des pesticides.

L'Etat s'implique dans la consolidation de l'agriculture périurbaine en sécurisant des zones de protection de l'agriculture, via des périmètres définis, malgré le développement de la ville. Comme il existe en 2024 des « zones industrielles » autour des villes, on observe en 2044 des zones périurbaines sécurisées ayant pour fonction de constituer des enclaves maraichères dans les villes. Le fait d'être à proximité des urbains renforce l'exigence de production bio par les producteurs. L'Etat et ses partenaires contribuent à la sensibilisation et au renforcement de capacités. L'Etat soutient des réseaux de recherche appliquée autour du maraichage de façon à être au plus près des besoins des cultivateurs. L'Etat soutient la constitution d'un environnement favorable à l'agroécologie : intrants, semences, etc. L'Etat subventionne le bio.”

Filière café : les étapes clé de la structuration d'ECOFFEE R&D Initiative au prisme de l'analyse Pretag

L'Initiative ECOFFEE R&D a vu le jour à la fin de l'année 2019, portée par l'UMR DIADE (équipe CoffeeAdapt, sous l'impulsion de Benoît Bertrand) et grâce au soutien d'Agropolis Fondation, qui a accordé un financement ponctuel pour l'organisation d'un atelier. Depuis sa création, son développement s'est articulé autour d'étapes structurantes, étroitement alignées avec celles décrites dans l'analyse Pretag concernant les étapes clés du fonctionnement des plateformes multi-acteurs (voir Section 2 de ce document).

Benoît Bertrand, alors correspondant de la filière café au Cirad, a d'abord souligné l'importance cruciale pour la caféiculture d'adresser la question de l'usage des pesticides. Ce constat a été partagé, débattu et validé lors d'un atelier organisé à la fin de l'année 2019, réunissant les leaders de l'industrie du café. C'est au cours de cet atelier qu'est née l'idée, largement soutenue, de développer une initiative public-privé autour de cet enjeu majeur pour la filière. (→ **Étape : "Identification de la place de la réduction des pesticides dans les défis globaux auxquels fait face la filière"**).

ECOFFEE a été initiée et lancée en 2020, puis s'est progressivement structurée autour de deux projets successifs, dont la Phase 2 est actuellement en cours. La première phase (septembre 2020 - mars 2022) a été consacrée à des enquêtes menées auprès de producteurs dans quatre pays (Brésil, Vietnam, Nicaragua, Mexique). Ces enquêtes ont permis d'obtenir une première vue d'ensemble de l'utilisation des pesticides dans la culture du café, en couvrant une large diversité de systèmes de production. Cette Phase 1 a également inclus une étude approfondie des acteurs et des plateformes de la filière café, directement ou indirectement impliqués dans les problématiques de réduction de l'usage des pesticides.

La deuxième phase d'ECOFFEE (01/04/23 - 30/09/26) se concentre principalement sur la mise en place d'un réseau international d'essais expérimentaux à la ferme, destiné à évaluer des alternatives aux pesticides. Ce réseau, initialement établi sur quatre fermes situées dans deux pays (deux au Brésil et deux au Costa Rica), prévoit une extension progressive à d'autres régions. Les trois stratégies comparées dans ces essais sont :

- l'utilisation conventionnelle de pesticides ;
- l'utilisation rationalisée de pesticides, qui consiste à réduire les applications de pesticides chimiques de synthèse grâce à l'introduction d'alternatives biologiques et agronomiques ;
- une approche zéro pesticide, qui exclut tout pesticide chimique de synthèse, à l'exception du cuivre autorisé en agriculture biologique.

ECOFFEE a clairement placé l'étape **"Développer les sites pilotes de test des solutions potentielles en appui à la transition"** au cœur de sa stratégie et de sa feuille de route.

Dès les premiers stades de l'initiative ECOFFEE, les partenaires publics (trois organisations de recherche) et privés (dix groupes industriels de la filière) se sont accordés sur le caractère nécessairement multi-acteurs de l'initiative. Ils ont également reconnu le besoin d'élargir le cercle initial des membres impliqués. Ces enjeux ont été, et restent encore aujourd'hui, au cœur des discussions parmi les membres actuels de l'initiative. Ils font l'objet :

- d'un groupe de travail sur la gouvernance de l'initiative (lancé en 2022 et toujours actif, avec l'appui d'une consultance) ;
- de discussions participatives, que ce soit lors des réunions du Governing Board de l'initiative ou dans le cadre d'ateliers spécifiques.

L'étape d'**“identification des acteurs du changement”** constitue ainsi un processus de long terme dans le cadre d'ECOFFEE et repose sur plusieurs scénarios. À ce jour, l'initiative est encore principalement composée d'établissements de recherche et de groupes privés de la filière. Cependant, les acteurs à mobiliser dans la feuille de route, tout comme les règles d'inclusion de nouveaux membres ou les collaborations à établir avec d'autres acteurs et plateformes pour maximiser l'impact, sont désormais clairement identifiés.

Au sein d'ECOFFEE, la réflexion sur la théorie du changement et les chemins d'impact de l'initiative a été intégrée dès le montage de la Phase 2 et constitue une partie essentielle du projet. Cependant, cette réflexion n'a véritablement débuté qu'à l'été 2024, avec la création d'un groupe de travail dédié et intégré. Ce groupe a élaboré une feuille de route, qui fait l'objet du livrable joint intitulé **“WP4_ECOFFEE_Impact_Roadmap”**.

La réflexion autour de l'impact de l'initiative s'articule désormais à deux échelles :

- À une échelle globale : celle de l'ensemble de l'initiative ECOFFEE, qui considère actuellement la filière café dans sa globalité, sans limitation géographique ou autre forme de restriction. L'étape de “construction d'une vision commune et d'un chemin d'impact global” est inscrite comme une priorité dans l'agenda stratégique d'ECOFFEE, avec un démarrage prévu début 2025.
- À l'échelle de “périmètres actionnables” spécifiques : il est réaliste d'envisager qu'un pays comme le Costa Rica constitue un périmètre pertinent pour ECOFFEE. Cela repose sur :
 - o la présence, dans ce pays, de parcelles expérimentales bien structurées. Le Costa Rica, avec le Brésil, est l'un des deux pays où ECOFFEE a déployé son réseau expérimental servant de "sites pilotes" ;
 - o la création en cours, dans le cadre d'ECOFFEE, d'une plateforme nationale de dialogue, rassemblant les acteurs concernés par la question des pesticides dans le pays.

Un premier atelier s'est tenu en octobre 2024 pour amorcer la structuration de cette plateforme nationale, constituant un véritable succès. Cet événement a confirmé l'opportunité pour ECOFFEE de poursuivre et d'intensifier sa trajectoire d'impact dans le pays. L'atelier a rassemblé une diversité d'acteurs, notamment des chercheurs, des industriels, des producteurs et des décideurs, et a ouvert un espace de dialogue sur les leviers nécessaires pour accélérer la transition vers une réduction durable de l'utilisation des pesticides.

Il a également permis d'évaluer l'intérêt des parties prenantes pour l'élargissement des sites pilotes de l'initiative ECOFFEE et d'explorer les modalités concrètes pour soutenir et opérationnaliser cette mise à l'échelle. Cet exercice s'inscrit dans la continuité des réflexions stratégiques menées dans le cadre de Pretag.

Les discussions lors de l'atelier ont permis d'identifier des dimensions prioritaires pour orienter la trajectoire de réduction des pesticides. Ces échanges sont synthétisés dans le rapport intitulé **“Trajectoires pour Réduire l'Usage des Pesticides Synthétiques dans la Culture du Café”**.

Grâce à cette plateforme de dialogue, l'étape d'“Identification d'un périmètre actionnable porté par les acteurs d'une plateforme multi-acteurs” est désormais solidement engagée dans ECOFFEE.

Figure 9 : Atelier « Plateforme de Dialogue Multisectoriel : Vers la réduction de l'usage des pesticides synthétiques dans la culture du café », Costa Rica, octobre 2024



Collection des propositions d'action envisageables par la filière riz

Au cours du workshop sur la filière riz au Cambodge, les acteurs ayant travaillé en groupes ont pu rassembler leurs ambitions et leurs demandes pour les différents acteurs de la filière afin d'améliorer la gestion des crises sanitaires rizicoles et éviter les épisodes de surutilisation des pesticides qui ont pu avoir lieu pour répondre à des invasions ponctuelles de bioagresseurs.

Les différents groupes ont pu rassembler leurs propositions d'action qui sont venues s'ajouter aux éléments communs identifiés au début de l'atelier qui sont la nécessité de mettre en place une gestion des emballages ainsi que la nécessité de contrôler les prestataires de services réalisant les pulvérisations par drone. Elles sont listées dans le rapport de l'atelier « **Synthèse des travaux en groupe** ».

Ces actions possibles concernent les besoins de connaissances mais aussi d'encadrement des acteurs, des demandes pour la recherche de tester des variétés résistantes, des demandes pour les décideurs de mieux contrôler et encadrer les importations et les utilisations de pesticides, des demandes pour les compagnies importatrices de mieux mettre en valeur les biointrants, mais aussi de prendre leurs responsabilités par rapport au retraitement des emballages, en enfin des proposition d'organiser des réunion d'urgence multi-acteurs pour prendre les décisions et informer en cas de crise sanitaire.

Focus sur la démarche ImpresS et retour d'expérience de son utilisation dans le cadre de Pretag

Dans le cadre de Pretag, la méthodologie d'ImpresS ex ante a été utilisée dans les phases 1 à 3 décrites précédemment dans la figure 1. Nous identifions sur les temps long les impacts, et les inputs (ou intrants) et outputs (ou produits) à développer pour atteindre ces impacts. Entre les deux, nous indiquons les changements souhaitables (et les obstacles / leviers et stratégies envisagées par le consortium/la plateforme multi-acteurs porteur de l'intervention pour permettre aux acteurs concernés de surmonter les obstacles et/ou d'activer les leviers).

La démarche ImpresS ex ante est centrée sur les changements souhaitables de pratiques, de comportements et d'interactions des acteurs que l'intervention souhaite provoquer à travers l'appropriation (utilisation, adaptation, transformation) de ses produits.

La construction des chemins d'impact peut être un support central à l'animation d'un processus de discussion, de négociation et d'explicitation des positionnements et hypothèses implicites dont chacun est porteur dans un collectif. Idéalement, cette construction et explicitation est menée au moment de concevoir une intervention (avant sa mise en œuvre) avec les acteurs impliqués (qu'ils soient chercheurs, acteurs du développement privés et publics, société civile, etc.). In fine, le résultat central de la démarche est le processus de construction participatif lui-même, où différentes perspectives sont confrontées, et dans lequel le centre de la réflexion porte sur le rôle de différents acteurs et sur les changements auxquels l'intervention veut contribuer, en explicitant la logique qui mènerait à ces changements, pour qui et pourquoi. C'est donc une approche particulièrement intéressante pour constituer ou renforcer des partenariats multi-acteurs.

La démarche ImpresS ex ante s'appuie sur trois principes centraux :

1. L'explicitation des changements de pratiques, de comportements et d'interactions souhaitables (*outcomes*) comme conséquence de l'appropriation (utilisation, transformation, adaptation) par les acteurs des produits (*outputs*) d'une intervention, et de la manière dont l'intervention vise à générer ces changements sur un chemin d'impact ;
2. La réflexion sur les impacts au-delà de l'horizon d'une intervention isolée, pour considérer à la fois l'écosystème des interventions dans lequel elle intervient et la trajectoire passée qui contribuent à générer ces impacts dans le temps long ;
3. L'explicitation du récit de l'intervention, décrivant ex ante un chemin d'impact hypothétique mais plausible qui fonde la logique de l'intervention. C'est lors de la mise en œuvre de l'intervention que s'ajusteront progressivement et se transformeront ces chemins d'impact plausibles en chemins réels (avérés), qu'un système de suivi-évaluation orienté vers le suivi de ces changements permettra de documenter. Le chemin d'impact sert alors au pilotage stratégique de l'intervention.

Pour répondre à ces différents objectifs, et en suivant les principes centraux formulés ci-dessus, la démarche ImpresS ex ante propose une réflexion structurée et itérative pour :

- Construire un récit de l'intervention partagé ;
- Cartographier les changements souhaitables et construire la stratégie de l'intervention (*outcomes*). Cette étape identifie les changements souhaitables que l'intervention souhaite provoquer et les hypothèses sous-jacentes à la génération de ces changements (avec une vigilance particulière donnée au renforcement de capacités des acteurs, ainsi qu'aux interactions avec les acteurs publics) ;

- Consolider le chemin d'impact ou logique de l'intervention ;
- Décliner le chemin d'impact en différents produits, répondant à différents objectifs : un récit finalisé, une architecture d'intervention, une feuille de route, un système de suivi-évaluation orienté changement, qui peut permettre un pilotage adaptatif de l'intervention, de répondre aux besoins de reporting voire de répondre à des questions de recherche liées aux hypothèses testées dans l'intervention.

Pretag est par construction un projet pilote, de durée limitée, permettant de poser les bases pour des actions de plus long terme, orientées vers un changement majeur : contribuer à la réduction de l'utilisation des pesticides dans les filières tropicales.

Le cadrage est original : il s'agit d'un projet moins axé sur un territoire ou un groupe d'acteurs spécifique mais plus sur un outcome, un changement souhaitable, « réduire les pesticides ». A priori ce changement concerne l'ensemble des acteurs de la filière, même si sont visés particulièrement les acteurs amont, les agriculteurs plus spécifiquement.

Dans un premier temps, nous avons rassemblé le ou les collègues chercheurs Cirad impliqués dans l'accompagnement de la filière, ainsi qu'un noyau dur de partenaires travaillant avec eux, de façon à expliciter cette entrée : de quelle façon, par qui, quand, où, comment, pourquoi... est problématisée – mise à l'agenda – la question-problème de la « réduction des pesticides » ?

Par exemple, dans le cas du maraîchage, le cadrage territorial en Côte d'Ivoire se fait plus par l'entrée « qualité de l'alimentation » et « santé » que par l'entrée « réduction des pesticides ». Au cours de l'atelier consacré à Yamoussoukro en 2024, le sujet des pesticides a été inclus dans un cadrage plus large, autour d'efforts à fournir pour s'orienter collectivement vers des pratiques agroécologiques (sans pesticides de synthèse) permettant de produire des aliments locaux de qualité supérieure.

Pretag s'inscrit pour les équipes de recherche Cirad concernées et leurs partenaires dans une histoire plus longue d'efforts pour rendre l'agriculture plus respectueuse de la santé de l'environnement, de la faune / flore et des humains. Dans le cas du maraîchage, l'équipe de l'unité HortSys s'implique dans le développement de filières agroécologiques maraîchères périurbaines depuis plusieurs années, en accompagnant les agriculteurs et leurs organisations dans la conception et la mise en œuvre de systèmes de cultures plus diversifiés et autonomes. En termes d'accompagnement, en amont de l'atelier ImpresS, nous avons fait l'effort de révéler les filiations entre projets, réseaux, initiatives, interventions divers axés, directement ou moins directement, sur la génération de ce changement central « réduire les pesticides ».

Selon la nature des filières accompagnées, la démarche a été adaptée de manière spécifique.

Concernant la banane dessert, l'effort a porté essentiellement sur les premières étapes de la démarche : identifier l'écosystème ; repérer les interventions de la recherche réalisées ou en cours de réalisation ; formuler collectivement une vision du futur ; préciser la problématique et identifier les acteurs protagonistes et impactés par les problèmes identifiés. Les travaux menés ensemble ont permis aux participants, particulièrement pro-actifs, de réinvestir les principes de la démarche dans une arène de concertation plus large, celle de l'IFBD.

Pour le maraîchage, la démarche est venue en appui à la structuration de réseaux territoriaux de soutien au développement du maraîchage biologique périurbain diversifié autour des principales zones urbaines de Côte d'Ivoire. Les travaux ont permis l'échange d'expériences et la préfiguration des fonctions attendues d'un futur réseau de soutien à la diversification et à l'écologisation du maraîchage. Nous sommes donc allés un peu plus loin dans les étapes, pour esquisser des activités, des stratégies, permettant au réseau de servir au mieux ses membres (individus et organisations, comme des coopératives, groupements de producteurs ou collectivités territoriales).

De notre point de vue (facilitateurs ImpresS), il s'agit de démarches de lancement d'une dynamique collective. Elles méritent d'être suivies pour la suite des opérations, à adapter comme fait précédemment à chaque contexte, groupe porteur, modes de relations entre recherche et acteurs, etc. Les suites possibles sont de plusieurs types : poursuivre le déroulé en axant les efforts sur les stratégies à déployer (avec pour certains collectifs la possibilité de solliciter des fonds en appui à des bailleurs, nationaux et/ou internationaux) ; affiner la théorie de changement en la mettant en discussion à des échelles plus actionnables de territoires et/ou de filières spécifiques (cf. « périmètre actionnable » Pretag) ; utiliser cette théorie de changement comme outil de gouvernance adaptative (formuler des objectifs de changement et des indicateurs liés ; s'organiser pour suivre collectivement les avancées vers le changement souhaité).

5. Identifier un “périmètre actionnable” porté par les acteurs d'une plateforme multi-acteur et mettre en place un plan d'action associé et des sites pilotes

Dans le cadre de Pretag et de la construction d'un cadre conceptuel permettant de décrire le fonctionnement des plateformes multi-acteurs destinées à soutenir la transition vers des filières moins consommatrices de pesticides de synthèse, nous avons été amenés à définir 2 notions utiles à l'animation de ces plateformes :

“ Périmètre actionnable” : définition

La mobilisation des acteurs d'une filière dans le cadre d'une plateforme multi-acteurs est un processus long qui impose de passer par les étapes 1, 2 et 3 précédemment décrites concernant l'échange d'informations sur les enjeux et les initiatives existantes, la montée en capacité des acteurs sur les processus d'innovations, la confrontation du cadre de contrainte des différents acteurs, la construction d'une vision globale des changements à mettre en œuvre sur le long terme. Ces étapes sont un préalable indispensable à la mise en œuvre d'actions collectives ou concertées concrètes pour progresser vers la réduction effective de l'utilisation de pesticides de synthèse. Dans le cadre de Pretag, nous avons commencé à explorer ces étapes de mise en œuvre opérationnelle. Cela passe par l'identification de ce que nous avons appelé un périmètre d'action ou “périmètre actionnable”. Ce périmètre actionnable répond aux définitions suivantes :

- le « périmètre » fait tout à la fois référence aux acteurs, à la filière et au marchés et territoires dans lesquels s'insère cette filière,
- le périmètre est « actionnable » si les acteurs partagent non seulement une vision partagée du changement à conduire mais possèdent également une capacité d'agir dans le cadre du périmètre qu'ils ont identifié comme pertinent,
- le périmètre est « actionnable » lorsque 3 composantes complémentaires sont réunies dans le projet de réduction des pesticides :
 - o la composante technique du changement,
 - o la composante partenariale du changement, c'est à dire l'identification des entités (privées et publiques) à mobiliser et faire travailler ensemble pour la mise en œuvre du projet de réduction,
 - o la composante de solvabilisation financière du changement c'est à dire une réflexion sur les coûts et risques liés à la mise en œuvre de la transition et sur les capacités de financement de ces coûts et de ces risques à travers une réflexion sur la répartition de ces couts entre acteurs et la création de valeur (valorisation des démarches environnementales vertueuses sur les marchés).

“ Plan d'action” associé au périmètre actionnable

La construction d'un plan d'action à l'issue de l'identification du périmètre actionnable, est indispensable pour que le consortium passe à l'opérationnalisation des ambitions de changement décidés par participants de la plateforme. Ce plan d'action doit être la continuité des constats partagés et situer différents niveaux d'actions :

- compléter les diagnostics existants pour établir un point de départ sur l'état des lieux de l'utilisation des pesticides dans la filière,
- établir les méthodes et rechercher les indicateurs adaptés au suivi de la démarche de progrès,
- mettre en place les “sites pilotes” permettant de développer les références et preuves de concepts,
- établir un programme de R&D pour développer des alternatives techniques efficaces lorsqu'elles n'existent pas.

Le développement de “preuves de concepts” et de “références” dans les “sites pilotes” recouvre un ensemble d'objectifs :

- Il ne s'agit pas dans ces sites pilotes d'appliquer des solutions prêtes à l'emploi, il s'agit au contraire de les adapter aux contextes et plus encore les “hybrider” avec les solutions et les idées des producteurs,
- ces sites pilotes sont à considérer à la fois dans la dimension technique de l'innovation mais également dans la “dimension marché”, il s'agit par exemple de tester comment les innovations proposées peuvent s'intégrer dans la chaîne de valeur, générer de la valeur capable de prendre en compte les coûts de la transition.

Un point important à considérer ici concerne l'articulation entre la plateforme multi-acteurs et les sites pilotes. Les thèmes traités dans le cadre des plateformes apparaissent comme des lieux d'échanges ouverts et la production de biens communs. Les sites pilotes dans les cas observés correspondent souvent à des initiatives des acteurs les plus motivés ou les plus avancés qui peuvent dans certains cas souhaiter maintenir un avantage comparatif compte tenu de leur investissement (notion de “biens privés”). Cette apparente tension peut cependant être gérée dans le temps et en discutant des opportunités créées par le développement de marchés de grands volumes alimentés par un ensemble de producteurs.

Vers un plan d'action pour la réduction de l'usage des pesticides dans la filière banane : exemple de la plateforme IFBD

Après une première étape de construction d'une vision commune (tel que décrit précédemment), le groupe de travail de l'IFBD s'est réuni régulièrement, pour préciser cette vision commune du futur, partager des constats, des diagnostics et approfondir l'état des lieux de l'existant. La phase actuelle consiste à construire le plan d'action. Dans ce contexte, des grandes trajectoires de progrès appelées "ambitions" ont été collectivement discutées et fixées. Pour chacune d'entre elles, des objectifs opérationnels ont été définis dans le respect des grands principes suivants : ces ambitions doivent être transformatives, c'est à dire avoir une vraie action sur la durabilité, et elles doivent à moyen terme être applicables partout, quel que soit le contexte ou les conditions agro-socio-économiques de façon à ne pas créer de distorsion de concurrence et faire progresser l'ensemble des acteurs de la filière. Nous avons ensuite identifié pour chacune de ces ambitions un degré de maturité des innovations qui les soutiennent. Ce degré de maturité n'étant pas l'équivalent d'un degré de priorité donné à cette ambition. Il définit l'avancée sociotechnique de l'ambition concernée et la facilité de mise en œuvre. Il en est ensuite déduit le type d'action à conduire pour progresser sur le développement de ces ambitions.

Si l'on considère par exemple dans l'IFBD l'ambition portant sur la réduction des pesticides, nous avons distingué les différents types de pesticides utilisés : fongicides, nématicides, insecticides, herbicides et post-récolte. Dans le cas des fongicides, l'ambition portant sur la suppression totale des fongicides interdit d'utilisation en Europe a une maturité faible. Les solutions techniques existent mais elles sont encore très contextualisées et non déployables telles quelles dans les zones de production à forte pression fongique. Cet enjeu n'est cependant pas exclu du plan d'action mais géré par étapes successives (réalisation de diagnostics complémentaires, développement de méthodologie adaptée).

Sur le plan opérationnel, le plan d'action propose donc plusieurs types d'actions en fonction du degré de maturité des solutions :

- des diagnostics pour combler les données manquantes ou inexistantes,
- des études et/ou enquêtes auprès des acteurs pour fournir des informations manquantes à partager par la filière,
- un travail sur des méthodologies inexistantes ou non adaptées à la banane,
- des sites pilotes, pour établir une preuve de concept lorsque les alternatives techniques à l'utilisation de certains pesticides existent et qu'elles ne sont pas mise en œuvre dans toutes les situations où elles pourraient l'être. L'évaluation de ces sites pilotes sur le plan agronomique, qualité et économique, permet d'établir les conditions de déploiement. Ces sites pilotes sont également l'occasion pour les acteurs d'avoir un accompagnement par la recherche dans des régions où les instituts de développement n'existent pas forcément.

Lors de la construction du plan d'action de l'IFBD, nous avons constaté l'importance d'accorder du temps à l'appropriation du processus par tous les acteurs. En effet, certains des participants présents n'étaient pas présents lors des présentations des états des lieux, ou ne se souviennent pas des constats partagés et peuvent remettre en cause les actions proposées. Il est donc important compte tenu du déploiement de cette initiative sur un temps long, plus d'une année, de refaire une synthèse des diagnostics et méthodologies existants et indiquer aux participants de façon pédagogique où l'on se situe sur ces constats en termes de maturité et de mise en œuvre possible. Et à partir de là, dérouler le plan d'action connexe pour qu'il soit validé par tous.

Là encore ces sites pilotes nécessitent un accompagnement. Leur mise en place dans les différentes zones de production lorsque celles-ci sont très différentes d'un point de vue pression des bioagresseurs est indispensable pour assurer le déploiement dans l'ensemble de la filière concernée. Les sites pilotes sont également indispensables pour connaître et évaluer les conditions socio-économiques du déploiement à grande échelle du système innovant.

L'ensemble des résultats issus de ces sites pilotes appartiennent alors au "bien commun" et sont communiqués à l'ensemble du collectif. C'est alors que le système innovant, à usage réduit en pesticides, peut être considéré comme validé par le consortium et devenir le moyen d'assurer la vision commune du futur définie en amont.

Figure 10 : Extrait du tableau méthodologique de construction du plan d'action visant à la réduction des pesticides au sein de la plateforme multi-acteurs IFBD

Enjeux	Declinaison de l'enjeu	Existence des diagnostics	Méthodologies ou indicateurs	Plan d'action proposé	facilité et conditions de mise en oeuvre	Coût approximatif	financement possible	Echelle de temps
REDUIRE L'UTILISATION DES PESTICIDES LES PLUS IMPACTANTS	Fongicides	Diagnostis réalisés sur base enregistrement des producteurs dans 6 pays (AF, AL, Antilles) 0 1 2 3 4 5	bilan matière et IFT indicateurs d'impact environnementaux et toxicité humaine 0 1 2 3 4 5	1. Diagnostis phytosanitaires chez les opérateurs volontaires 2. Site pilote avec évaluation environnementale, économique et qualité. Conditions de mises en oeuvre : projet multi-acteurs 3. Monitoring de l'efficacité des fongicides	Nécessité de réunir tous les acteurs d'une filière contextualisée : producteur, exportateur, importateur, murisseur et distributeur. Plus facile dans certaines zones de production (pression phytosanitaire) Durée du projet minimum 2 ans 0 1 2 3 4 5			
	Insecticides	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5		0 1 2 3 4 5			
	Nématocides	0 1 2 3 4 5			0 1 2 3 4 5			
	Herbicides	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	1. Evaluation coûts/bénéfices dans les différentes typologies d'exploitations 2. Caractérisation des solutions techniques dans toutes les zones de production	0 1 2 3 4 5			
	Post-récolte	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	1. enquêtes - diagnostics d'itinéraires techniques en AL et AF 2. Test de produits de biocontrôle	L'élaboration de la qualité post-récolte se construit très en amont en plantation et est multifactorielle 0 1 2 3 4 5			

6. Accompagner le fonctionnement des plateformes multi-acteur et évaluer leurs avancées

Le retour d'expérience que nous avons déjà acquis dans Pretag sur le fonctionnement des plateformes multi-acteurs fait apparaître un besoin d'accompagnement de ces plateformes pour leur émergence et leur fonctionnement. Les attentes concernant cet accompagnement nous apparaissent être les suivants :

- Le besoin exprimé par les acteurs d'accéder facilement à l'information concernant les résultats, les retours d'expériences et les concepts liés à la réduction de l'usage des pesticides, et plus largement à la durabilité, ainsi que le besoin d'instaurer des flux d'information entre les différents types d'acteurs ;
- La nécessité de discuter puis d'instaurer des règles de fonctionnement et de gouvernance basées sur un principe de transparence ;
- La nécessité de trouver un financement de base permettant d'organiser les réunions de travail de la plateforme ;
- Le besoin d'une personne, voire d'une équipe, dédiée à l'animation de la plateforme ;
- Dans le cadre des différentes réunions conduites, la recherche est clairement sollicitée par les autres acteurs pour jouer le rôle d'animateur et de facilitateur. D'autres acteurs, comme les décideurs publics et les ONG, peuvent également contribuer à cette animation.

7. Suites possibles

- **Développement de méthodes et d'indicateurs pour évaluer les coûts des solutions en soutien à la transition, ainsi que de méthodes d'évaluation des compromis possibles entre performances environnementales, économiques et sociales.**

Ces informations sont vivement attendues par les différents acteurs afin de mieux se positionner face aux options de transition.

- **Identification des coûts de la transition et des opportunités de création de valeur.**

La mise en œuvre de la transition vers des systèmes moins consommateurs de pesticides engendre des coûts, notamment pour les acteurs du secteur amont de la production. Outre le besoin d'évaluer ces coûts, déjà mentionné, il est essentiel d'explorer les mécanismes permettant de les solvabiliser (création de valeur, systèmes assurantiels) et de les répartir équitablement entre les différents acteurs. Cette exploration constitue un défi majeur pour garantir une transition effective et rapide.

- **Analyse des relations et articulations entre plateformes multi-acteurs privées et décision publique concernant la réglementation et le soutien à la transition.**

Les plateformes étudiées et accompagnées dans leur émergence sont intrinsèquement liées aux chaînes de valeur et principalement composées d'acteurs privés. L'efficacité de ces plateformes repose en partie sur leur capacité à établir des liens solides entre actions privées et politiques publiques.

8. Documents consultables

- Deletre E., Ouedraogo R., Martin T., Lannes M., Hasnaoui Amri N., 2024. Compte-rendu de l'atelier ImpresS ex ante : Réduction des pesticides en maraîchage périurbain en Côte d'Ivoire (Rapport technique). Initiative Pretag, CIRAD. Disponible en <https://agritrop.cirad.fr/610356/>
- PRETAG Initiative, 2024. Report on the Workshop on the "Improvement of Rice Quality by an Improvement of Pest Management Strategies" (Rapport technique). CIRAD.
- Loeillet D., Blouin A., Risède J.M., de Lapeyre L., Côte F.X., 2024. Retour d'expérience sur le processus de transition vers des systèmes de production moins consommateurs de pesticides chimiques dans les filières bananes d'exportation (Rapport technique). CIRAD.
- ECOFFEE Initiative, 2024. Rapport de l'atelier Trajectoires pour Réduire l'Usage des Pesticides Synthétiques dans la Culture du Café en Costa Rica (Rapport technique). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- ECOFFEE Initiative, 2024. ECOFFEE Impact Roadmap (Rapport technique). CIRAD.

9. Remerciements

Le projet Pretag remercie tous les acteurs de Côte d'Ivoire (producteurs, transformateurs, formateurs, chercheurs, commerçants, membres de la société civile) qui ont participé de près ou de loin aux ateliers organisés par le Cirad et ses partenaires. Ces ateliers n'auraient pas pu se faire sans l'appui et la participation actives des institutions nationales qui nous ont accueilli et avec qui nous avons collaboré telles que le MEMINADER, le CNRA, l'ANADER, les universités et l'ESA-INPHB, les ONGs en appui aux producteurs avec qui nous collaborons (FERT, IECD, AgriSud, AVSF, ARK). Nous nous devons en particulier adresser nos plus sincères remerciements aux producteurs qui se sont fortement investis dans tous ces ateliers.



CHAPITRE 5 : REDUCTION DES PESTICIDES POUR LES AGRICULTURES DU SUD : RETOUR D'EXPERIENCE PRETAG, STRATEGIE ET PLAIDOYER POUR LA SUITE DE L'INITIATIVE

Référence à citer :

Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Cheneval J. B., Ghneim-Herrera T., Douillet A.T., Karailiev C., Rogez J.B., Brun M., Migault C. 2025. Chapitre 5. Réduction des pesticides pour les agricultures du Sud : Retour d'expérience Pretag, stratégie et plaidoyer pour la suite de l'initiative. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 113-135. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00833>

COORDINATION ET CONTRIBUTEURS

Coordination :

François X. Côte (francois.cote@cirad.fr)

Contributeurs :

Fabrice Le Bellec

Martin Thibaud

Annaïg Blouin

Jean Baptiste. Cheneval

Servane Baufumé

Thaura Ghneim-Herrera

Contributeurs partenaires :

Catherine Migault

Carine Karailiev

Augustin Douillet

Mathieu Brun

Thibaut Soyez

Membres du Comité Consultatif Pretag

PRINCIPAUX OBJECTIFS

4. Préparer un plaidoyer/une vision stratégique pour la suite de Pretag,
5. Rechercher la "généricité" concernant les résultats dans les 5 cas d'étude filières,
6. Réfléchir aux stratégies de financement de la transition sous l'angle des bailleurs publics,
7. Réfléchir aux recherches prioritaires à conduire pour la suite du projet,
8. Assurer la gouvernance globale de l'initiative et la communication des résultats.

RESUME

Plaidoyer et vision stratégique pour une poursuite de l'initiative.

L'augmentation de l'usage de pesticides a été constatée dans différents contextes d'agricultures du Sud de même que l'utilisation de très nombreuses substances actives interdites en Europe. La réduction de l'utilisation des pesticides n'apparaît cependant pas toujours comme une priorité pour les agriculteurs ou décideurs qui mettent en avant le besoin de produire plus (dans un contexte d'évolution démographique) et de sécuriser les revenus des producteurs. La préoccupation "santé" est cependant bien présente chez ces agriculteurs et décideurs et constitue une base sur laquelle s'appuyer pour développer une stratégie de réduction progressive des pesticides chimiques. A l'issue des 2 années de la phase de préfiguration de Pretag, s'engager dans une réduction opérationnelle de l'utilisation des pesticides dans le cadre d'une relation "agile" entre le secteur de la recherche et les acteurs privés et publics du changement nous semble possible si une approche globale est envisagée avec comme composantes :

- le co-pilotage de la démarche par les institutions du Sud,
- une progressivité dans la démarche de réduction en s'attaquant en priorité aux molécules les plus dangereuses,
- la convergence entre les composantes techniques et politiques publiques pour le soutien à la transition,
- la mobilisation d'une combinaison de leviers agroécologiques en alternatives aux pesticides de synthèse,
- le développement de plateformes collaboratives de type « living lab. » réunissant l'ensemble des parties prenantes du changement (de l'amont à l'aval de la filière en passant par les décideurs publics) pour élaborer de façon participative des trajectoires communes de progrès,
- le développement de site pilotes permettant d'aborder le changement d'échelle tant d'un point de vue technique que d'un point de vue de la création de marchés valorisant les démarches environnementales vertueuses,
- le développement des capacités des acteurs à travers des actions de formations.

Nous proposerons à la réflexion des acteurs et partenaires du Sud ainsi qu'aux bailleurs ces différentes composantes pour la construction de la suite de Pretag.

Recherche de "généricité" concernant les résultats de l'initiative.

Au démarrage de l'étude la question de la généralisation des observations acquises sur des cas d'étude filières aussi différentes dans leur organisation que la banane, le café, le cacao, le maraichage s'est posé. Notre constat à l'issue des deux années est que ces filières utilisent un ensemble de pesticides communs, que l'évaluation des risques s'appuie sur des indicateurs identiques quelque soient les filières, que les leviers agroécologiques sont également de même nature pour les différentes cultures. Ces remarques soulignent la convergence des enjeux entre filières ainsi que la facilité à développer entre ces filières des communautés de pratiques concernant les outils d'évaluation des risques et d'élaboration d'itinéraires techniques alternatifs à l'usage des pesticides. Les plateformes multi-acteurs en appui à la transition embarquent également des acteurs très différents entre les filières d'exportation et les filières locales. Dans le cadre de Pretag, nous avons cependant constaté que leurs principes de fonctionnement restent très voisins quelque soient

les acteurs qui participent à ces plateformes. De même la durabilité à l'échelle du territoire apparaît comme un lieu de convergence possible entre filières. Finalement, la diversité des situations rencontrées nous semble plus être un atout qu'une contrainte en permettant de développer un ensemble de retours d'expériences pour à la fois identifier les éléments "contextualisés" et "génériques" des solutions à mettre en œuvre.

Réfléchir aux stratégies de financement de la transition sous l'angle des bailleurs publics.

A l'issue de l'étude, notre constat est principalement celui de la nécessité d'une meilleure prise en compte des coûts de la transition auxquels doivent faire face les acteurs (en particulier les producteurs) pour qu'ils puissent s'engager dans le processus de transition. Sans cette évaluation, leur adhésion au processus de transition sera difficile. Notre constat est également celui du défi de faire financer un processus d'accompagnement de la transition : ce processus même s'il intéresse les différents bailleurs ne correspond pas aux préoccupations directes des bailleurs de la recherche ni à ceux du développement.

Réfléchir aux recherches prioritaires à conduire pour la suite du projet.

En termes de recherches prioritaires à développer, nous avons considéré à la fois celles qui sont dans le prolongement des actions menées dans Pretag 1 et celles qui pourraient élargir le périmètre d'action de Pretag moyennant le développement de partenariats. Dans le premier cas il s'agit principalement de recherches concernant : la poursuite de la mise au point et l'évaluation de combinaisons de leviers agroécologiques pour la réduction des pesticides, la poursuite d'identification de leviers génériques des politiques publiques en soutien à la transition, l'identification des coûts et moyens de solvabilisation de la transition dans le cadre de processus d'innovation multi-acteurs. Dans le second cas il s'agirait d'aborder la place de la diversité variétale et des nouvelles variétés dans les combinaisons de leviers, celles concernant le numérique et les agroéquipements, le microbiome et de l'écologie chimique, et enfin celles réunissant les concepts de santé des plantes et de l'agrosystème et de santé humaine ("une seule santé").

Assurer la gouvernance globale de l'initiative et la communication des résultats.

Les chercheurs et partenaires du Sud ont directement contribué à la réalisation de l'étude Pretag au niveau des WP 1 à 4 que ce soient dans l'acquisition et l'analyse des données (WP1), l'analyse des politiques publiques (WP3) et leur participation aux plateformes multi-acteurs (WP4). L'animation de Pretag a donné l'occasion à de très nombreuses interactions avec des acteurs des transitions, notamment avec les membres du comité consultatif mis en place pour accompagner l'équipe Pretag dans sa réflexion concernant la construction d'un plaidoyer et d'une vision stratégique pour la suite de l'initiative. Concernant la communication, un premier effort a été réalisé à travers la publication d'articles scientifiques (revue Cahier d'Agriculture notamment) mais il est clair que les différents résultats et analyses produits dans Pretag pourront donner lieu à un ensemble très riche de publications scientifiques et papiers de positionnement. De même un atelier spécifique dédié à la présentation des retours d'expériences Pretag et à la construction de la suite de l'initiative est prévu en 2025. Enfin, un premier pas a été franchi avec la construction du site web dans lequel, en fin de projet, nous avons commencé à implémenter un ensemble de résultats de Pretag (<https://www.pretag.org/>). Ce site web nous semble être un vecteur important de communication voir devenir un outil collaboratif pour la suite de l'initiative.

SUMMARY

Advocacy and Strategic Vision for Continuing the Initiative

The increase in pesticide use has been observed in various agricultural contexts in the Global South, alongside the use of numerous active substances banned in Europe. However, pesticide reduction does not always appear to be a priority for farmers or policymakers, who emphasize the need to produce more (given demographic trends) and secure farmers' incomes. Health concerns are nonetheless present among these stakeholders and can serve as a foundation for developing a strategy for the progressive reduction of chemical pesticides.

After two years of the PRETAG prefiguration phase, embarking on an operational reduction in pesticide use through an "agile" relationship between the research sector and private and public stakeholders appears feasible, provided a comprehensive approach is adopted. This approach includes:

- Co-management of the initiative by institutions in the Global South,
- Gradual reduction, prioritizing the most hazardous substances,
- Alignment between technical components and public policies to support the transition,
- Mobilization of agroecological alternatives to synthetic pesticides,
- Development of collaborative platforms, such as living labs, that bring together all stakeholders (from upstream to downstream of the value chain, including policymakers) to collaboratively design common progress pathways,
- Establishment of pilot sites to scale up innovations both technically and in creating markets that value environmentally virtuous approaches,
- Capacity building for stakeholders through training initiatives.

We will propose these components to Southern stakeholders, partners, and donors as the foundation for building the next phase of PRETAG.

Funding Strategies for the Transition from the Perspective of Public Donors

Our study revealed the critical need for better accounting of the transition costs faced by stakeholders, especially producers, to facilitate their engagement in the process. Without this evaluation, their buy-in to the transition process will be challenging. Additionally, securing funding for the transition process itself remains a significant challenge: while of interest to donors, it does not directly align with the priorities of research or development funding bodies.

Identifying Priority Research Areas for the Next Phase of the Project

In terms of priority research areas, we considered those that extend PRETAG 1's activities and those that could expand PRETAG's scope through partnerships. The first category includes:

- Continuing to develop and evaluate combinations of agroecological solutions to reduce pesticide use,
- Further identifying generic policy levers to support the transition,

- Assessing the costs and funding mechanisms for the transition in the context of multi-stakeholder innovation processes.

The second category involves:

- Exploring the role of varietal diversity and new crop varieties within the agroecological combinations,
- Investigating digital technologies and agricultural equipment,
- Studying the microbiome and chemical ecology,
- Linking plant, agroecosystem, and human health through the “One Health” framework.

Ensuring the Initiative's Global Governance and Communication of Results

Researchers and Southern partners actively contributed to PRETAG through their involvement in Work Packages (WPs) 1 to 4—whether in data collection and analysis (WP1), public policy analysis (WP3), or participation in multi-stakeholder platforms (WP4). The PRETAG initiative also fostered numerous interactions with actors involved in transitions, including members of the advisory committee that supported the PRETAG team in shaping its advocacy and strategic vision for the initiative's continuation.

Regarding communication, initial efforts have included publishing scientific articles (notably in *Cahiers d'Agriculture*). However, the various results and analyses generated by PRETAG provide a rich basis for additional scientific publications and policy papers. A dedicated workshop to present PRETAG's outcomes and build the next phase of the initiative is planned for 2025.

Furthermore, the development of the PRETAG website (<https://www.pretag.org/>) has begun to host a range of project results. This website represents an important communication tool and has the potential to evolve into a collaborative platform for the initiative's next phase.

1. Comité Consultatif de Pretag

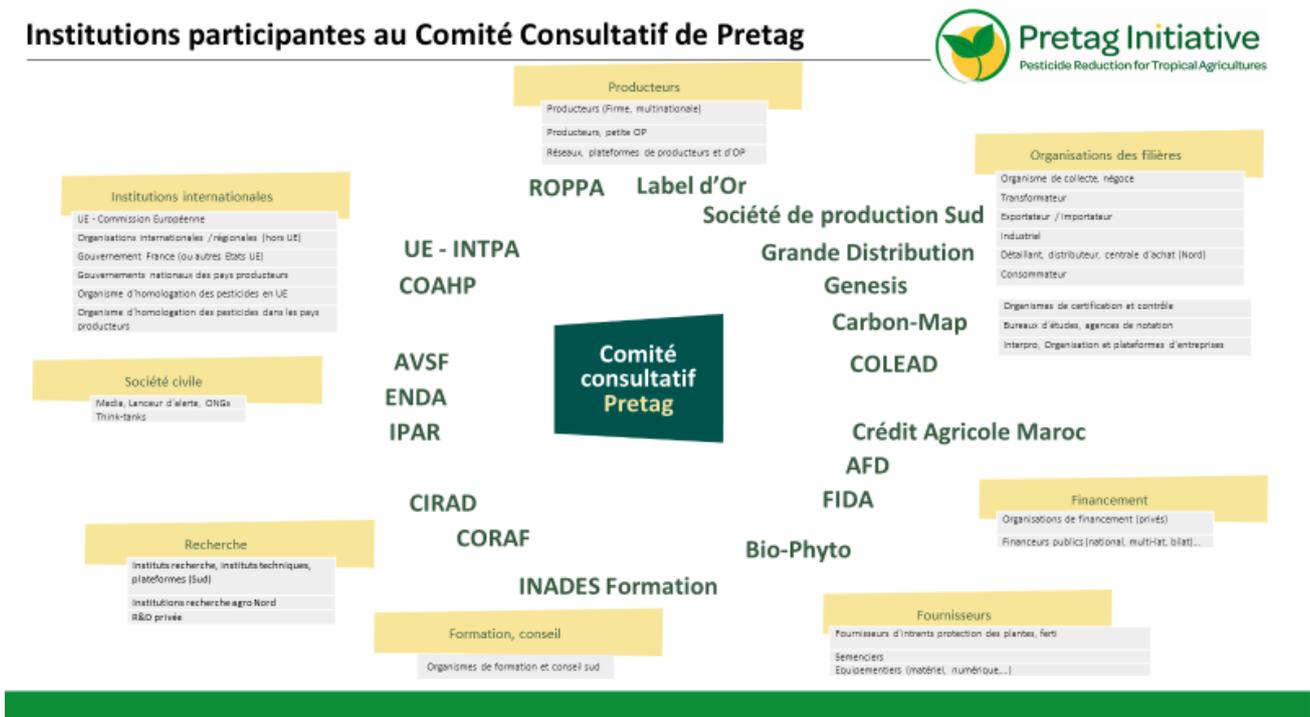
Un “plaidoyer” ou “document de vision stratégique” était l'un des livrables clés annoncés au démarrage de l'initiative Pretag. Ce document a été élaboré avec l'appui d'un Comité Consultatif externe, composé de grands témoins du Sud et du Nord issus des secteurs de la production agricole, des organismes d'appui et des ONG, ainsi que de distributeurs, d'entreprises privées et de bailleurs nationaux et internationaux (Europe). La mise en place de ce Comité Consultatif a constitué l'une des originalités du projet Pretag. En s'appuyant sur l'expertise de ses membres (**Figure 1**) et sur les résultats de recherche, ce comité joue un rôle déterminant dans l'orientation et le suivi stratégique de l'initiative.

Fonctions du Comité Consultatif de Pretag

Sur la base de l'expertise de chacun de ses membres et des résultats des travaux de recherche de l'initiative Pretag, le Comité Consultatif contribuera à travers des échanges directs avec l'équipe Pretag à identifier d'une part, les freins technico-économiques au déploiement des solutions proposées par la recherche et d'autre part les leviers organisationnels, politiques et financiers permettant d'accompagner les transitions.

Ce Comité Consultatif aura un rôle essentiel pour orienter les actions à court, moyen et long terme pour la réduction de l'utilisation des pesticides de synthèse dans les agricultures du Sud. Il apportera sa vision critique sur les résultats obtenus dans les différentes actions du projet et sur la vision stratégique (plaidoyer) pour la suite de l'initiative préparée par l'équipe Pretag.

Figure 1. Structure et composition du Comité Consultatif de Pretag. Le Comité Consultatif de Pretag regroupe des institutions internationales, la société civile, des organisations de recherche, des producteurs, des acteurs des filières, des bailleurs de fonds, des organismes de formation et de conseil, ainsi que des fournisseurs d'intrants. Ces parties prenantes collaborent activement à l'élaboration de stratégies visant à réduire l'utilisation des pesticides dans l'agriculture tropicale.



Ce Comité s'est réuni à quatre reprises au cours des deux années du projet, produisant à chaque fois un rapport détaillé, disponible pour consultation (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Dates et thématiques des réunions du Comité Consultatif de Pretag.

Date	Format	Thèmes principaux
13 mars 2023	Visioconférence	Prise de contact entre les membres et l'équipe Pretag, principes de fonctionnement.
1^{er} juin 2023	Visio et présentiel (Paris)	Retour d'expériences sur l'utilisation des pesticides et les alternatives.
6 décembre 2023	Visio et présentiel (Paris)	Réduction des pesticides dans le Sud et discussion du projet V0 de plaidoyer.
12 juin 2024	Visio et présentiel (Paris)	Discussion du projet V1 de plaidoyer et vision stratégique pour la suite.

2. Plaidoyer pour la construction d'une initiative internationale pour la réduction des pesticides dans les agricultures du Sud



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

I. Contexte et enjeux de la mise en place d'alternatives à l'usage des pesticides dans les agricultures du Sud

Au cours des deux dernières années, le Cirad et un ensemble d'unités de recherche, Agropolis Fondation, la Fondation FARM, différents acteurs privés et publiques ont conduit une étude de préfiguration visant à mieux comprendre les contextes et enjeux de la réduction des pesticides dans les agricultures du Sud ainsi que les leviers d'actions mobilisables pour réduire ces usages. Cette initiative a impliqué des centres nationaux de recherche, des universités et écoles au Sud (principalement Antilles, Brésil, Cambodge, Cameroun, Costa Rica, Colombie, Côte d'Ivoire), des acteurs de cinq filières de production (maraichage en Afrique, banane dessert dans différentes régions de production, cacao en Afrique, café en Amérique Latine, riz en Asie du Sud-est), des acteurs publics et de la société civile dans les territoires (ONG, services publics ministériels). Cette étude de préfiguration s'est également appuyée sur les avis d'un Comité consultatif externe multi-acteurs.

Les agricultures au Sud sont très diverses, dès lors la généralisation des informations acquises au cours de la phase de cette phase de préfiguration doit être faite avec prudence. Les informations recueillies permettent cependant de mieux cerner les enjeux d'utilisation des pesticides au Sud, parmi ceux-ci on notera :

- Les données recueillies lors de nos travaux indiquent une progression de l'usage des pesticides. L'utilisation d'une grande diversité de molécules, dont plus de 60 % correspondent à des molécules aujourd'hui interdites d'utilisation dans l'Union européenne, concerne les agricultures du Sud, y compris les agricultures tropicales paysannes et agro-industrielles.
- L'accès à l'information et à la formation sur les usages de pesticides reste difficile dans de nombreux pays du Sud, et les informations sur les risques encourus pour la santé humaine et la biodiversité sont peu accessibles pour les producteurs et les décideurs.
- L'objectif de diminution de l'usage des pesticides apparaît le plus souvent, pour les agriculteurs et les décideurs du Sud, comme une préoccupation venant après celles de la viabilité économique des exploitations et de l'objectif d'augmentation des volumes de production dans un contexte d'évolution démographique. Dans ce contexte, la réduction de l'usage des pesticides ne pourra prendre forme que si elle est compatible avec ces priorités affichées par les agriculteurs et décideurs.
- Les services d'appui et d'accompagnement (formation, appui technique aux agriculteurs) et les politiques publiques, dans de nombreux contextes du Sud, ne disposent, la plupart du temps, que de très peu de moyens d'action permettant d'appuyer les démarches de réduction de l'usage des pesticides.
- Le développement de solutions alternatives à l'usage des pesticides est dépendant des contextes socio-économiques de production. Ces solutions doivent donc être « contextualisées », c'est-à-dire répondre aux contraintes et opportunités à l'échelle des territoires dans lesquels s'insèrent les filières de production.



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

- Les savoir-faire locaux et traditionnels ont une place clé dans le développement des solutions alternatives.
- La pertinence, la « lisibilité » et l'efficacité d'un programme visant la réduction de l'usage des pesticides au Sud imposent une co-programmation et une gouvernance de l'initiative partagées avec les institutions du Sud.

II. Proposition d'un programme d'actions en cinq axes

Sur la base des éléments précédents et des retours d'expériences de la phase de préfiguration de Pretag acquises dans différents contextes de culture (Afrique, Asie, Amérique Latine), il nous apparaît que réduire l'utilisation des pesticides est possible dès maintenant à condition d'associer dans des démarches communes l'ensemble des acteurs du changement dans une démarche concertée et commune d'innovation (producteurs, les différents acteurs des chaînes de valeurs, les décideurs publiques territoriaux, les entreprises privées liées au développement de biopesticides et autres solutions alternatives, la société civile, les organismes de recherche). Nous proposons de contribuer à la mise en œuvre de cette démarche à travers une nouvelle phase de l'initiative Pretag (Pretag2) basée sur :

- I. Le développement d'innovations techniques en appui au secteur de la production, basées sur le développement de nouvelles connaissances dans les domaines de la santé globale de l'agrosystème, de la prophylaxie et de l'agroécologie.
- II. Le développement d'innovations partenariales et organisationnelles visant la promotion de l'action collective et la valorisation sur les marchés des démarches de production respectueuses de la santé et de l'environnement (biodiversité, eau, sol).
- III. Une dimension d'appui aux politiques publiques désireuses de promouvoir les alternatives aux usages de pesticides de synthèse.
- IV. Le couplage et l'accompagnement des trois composantes précédentes.

Le programme que nous proposons de mettre en place vise une réduction des usages de pesticides sur le court terme en se basant sur les solutions techniques déjà disponibles mais s'inscrit également sur le moyen et long terme pour préparer des actions transformatives des systèmes de production nécessitant des temps longs pour leur mise en œuvre effective. Ce sont les pesticides les plus à risques pour la santé humaine et l'environnement qui sont la cible prioritaire des actions proposées dans ce programme. Le secteur de la recherche, en tant que tiers de confiance et producteurs de données scientifiques, nous semble pouvoir jouer un rôle de promoteur et de facilitateur de l'émergence de ce programme. La description plus détaillée du programme proposé est présentée dans la section suivante.



Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

II. Proposition d'un programme d'actions en cinq axes

Axe 1 Innovations Techniques : produire les connaissances, codévelopper et évaluer les innovations de nature technique en appui à la mise en œuvre d'alternatives aux pesticides. Ces innovations sont principalement basées sur les principes de protection intégrée/agroécologiques des cultures (promotion de la santé globale de l'agrosystème et prophylaxie, utilisations des régulations agroécologiques et des biopesticides, ...) ; cet axe technique s'appuiera sur des actions de recherche et de R&D et sur l'expertise des producteurs et des autres acteurs des filières,

Axe 2 Innovation partenariale et socio-économie : documenter et codévelopper les innovations organisationnelles et partenariales (développement de stratégies concertées multi-acteur), évaluer les coûts de la transition vers des systèmes moins consommateurs de pesticides de synthèse, explorer les solutions de solvabilisation de ces coûts et les possibilités de création de valeur dans les filières et les territoires s'engageant dans la transition. Cet axe 3 s'appuiera sur deux principaux types d'action : l'appui à l'émergence et au fonctionnement de plateforme multi-acteur d'une part, l'accompagnement au changement d'échelle chez des réseaux de producteurs (notion de sites pilote et de traque à l'innovation).

Axe 3 Politiques publiques et réglementaires : renseigner et accompagner l'action publique à différentes échelles territoriales (local, régional, national, international) en ce qui concerne les verrous et leviers macro-institutionnels pour la réduction de pesticides. Trois approches seront abordées (i) les normes réglementaires qui structurent les conditions d'homologations, d'interdictions, d'importations/exportations, stockages, destructions, et conditions d'usages, (ii) les instruments de régulation du prix des pesticides (taxes, subventions directes et indirectes), (iii) les dispositifs d'informations et d'actions volontaires (signes de qualité, soft law),

Axe 4 Indicateurs et outils d'aide à la décision : mettre au point et partager un set d'indicateurs entre chercheurs et acteurs du changement permettant sur les 3 axes précédemment décrits de caractériser : les risques associés aux usages des pesticides, les conditions de mise en œuvre des solutions alternatives par rapport aux cadres de contraintes techniques et économiques des producteurs et des acteurs de la filière, la mesure des progrès atteints dans la réduction des usages de pesticides chimiques, développement des outils d'aide à la décision pour l'appui aux politiques publiques et au fonctionnement des plateformes multi-acteur.

Axe 5 Construction d'un réseau international Sud Nord et interaction de Pretag avec les initiatives existantes : cet axe vise à faciliter la diffusion des informations et solutions produites dans Pretag et à articuler cette initiative avec d'autres programmes situés dans le même champ d'action afin de faciliter les synergies et l'impact.



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

III. Les livrables du programme Pretag 2

De façon globale, l'initiative Pretag 2 vise à développer et renforcer un ensemble d'outils et de méthodes souvent réfléchis et développés de façon indépendante. Pretag 2 s'attachera à développer une « offre » concertée en appui à la réduction des pesticides réunissant : un ensemble de connaissances et de référentiels, un ensemble d'indicateurs de pilotage de la transition et d'outils d'aide à la décision pour les acteurs publics et privés du changement, ainsi qu'une offre de formation.

De façon plus spécifique, les livrables de l'initiative concerneront :

- L'identification et la mise au point des leviers et des stratégies de changement pour les agricultures d'exportation et les agricultures vivrières, dans différents contextes de production (contexte export et production pour les marchés locaux).
- Différentes plateformes multi-acteurs associées à un ensemble de productions pilotes permettant de renseigner et d'accompagner les dynamiques de progrès, de tester le passage à l'échelle des solutions tant au niveau technique que sur les marchés ; ces pilotes alimenteront notamment le système d'information précédemment décrit.
- Une offre d'accompagnement technique pour les producteurs et opérateurs du secteur privé qui s'engagent dans la transition.
- Une caractérisation des leviers d'action pour réduire l'usage des pesticides aux niveaux réglementaires, fiscaux et dans les politiques de soutien à la structuration d'alternatives par l'agroécologie ou les produits de substitution, accompagnée d'un soutien aux initiatives dans ces domaines.
- Un ensemble d'indicateurs et d'outils génériques d'aide à la décision permettant de guider les démarches de réduction de l'usage des pesticides décidées par les producteurs, les acteurs des filières ou les décideurs publics.
- Le développement d'un programme de recherches-actions, multidisciplinaire et multi-institutionnel, visant à mobiliser les réseaux Sud et Nord en appui aux différents axes de structuration du programme.
- La mise en place d'un système d'information en libre accès portant sur les usages de pesticides chimiques dans les filières de production des pays du Sud et leur évolution, les risques liés à ces usages, ainsi que les alternatives validées par la recherche et les producteurs pour réduire ces usages. Ces informations seront en libre accès et permettront aux différents acteurs du changement d'adapter leurs objectifs de réduction à leurs contextes de production.
- Le soutien à la formation, en particulier : (i) la mise en place d'une cohorte de thèses au bénéfice de jeunes chercheuses et chercheurs du Sud et du Nord, permettant de créer un réseau de recherche spécifique sur la thématique de la protection des cultures visant la réduction de l'usage des pesticides et de pérenniser les actions du programme ; (ii) la constitution d'un réseau international de Masters impliqués dans la protection des cultures.



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

IV. Le programme Pretag : une trajectoire de long terme structurée par étapes successives et par « grappes » de projets

L'initiative Pretag est conçue comme une trajectoire de long terme visant la réduction de l'utilisation des pesticides et chaque fois que cela est possible l'objectif « zéro pesticides » et dont la mise en œuvre se fait par étapes/phase successives. La phase « Pretag 2 » est ainsi programmée sur une période de quatre ans à partir de 2025.

Dans le cadre de la mise en œuvre du programme, une souplesse d'organisation est indispensable pour permettre aux différents types d'acteurs privés et publics de concourir à la trajectoire de Pretag en fonction de leurs propres priorités et temporalités d'actions. C'est donc une forme d'organisation par « grappe » de projets plutôt que sous forme d'un projet très centralisé qui sera privilégiée tout en favorisant la circulation de l'information entre projets et la capitalisation des résultats et des retours d'expérience sur une base commune. Cette forme d'organisation nous paraît être la plus efficace pour tirer parti d'un ensemble de projets déjà existants sur la thématique de réduction de l'usage des pesticides et de la protection intégrée des cultures et faire adhérer un ensemble d'équipes et d'organisation au programme Pretag.

Les cas d'étude filière concernés par l'initiative concerneront en priorité : la banane, le cacao, le café, le maraichage, le riz, le coton et toute autre production pour lesquelles des partenaires de l'initiative souhaiteront se mobiliser. Les consortia d'acteurs à la base des processus d'innovation pourront être structurés préférentiellement par une « entrée filière » (par exemple dans le cas de filières longues d'exportation impliquant des acteurs avals de la transformation et de la distribution en dehors des zones de production pour la plupart) ou par une « entrée territoire » (par exemple dans le cas de filières locales courtes ou dans le cadre de projets inter-filière)

La liste des pays d'implantation de l'initiative est ouverte, ce sont avant tout l'implication des partenaires de chaque pays qui décidera du périmètre géographique des actions qui seront menées dans le programme.



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

V. Gouvernance, bénéficiaires et valeur ajoutée du programme proposé

Gouvernance du programme Pretag :

- Un portage et une gouvernance pluri-institutionnelle des différentes actions décrites précédemment sont prévus pour garantir des choix d'orientation basés sur les souhaits et les cadres de contraintes des acteurs et décideurs du Sud

Les bénéficiaires de l'action proposée incluent une diversité d'acteurs :

- Les agriculteurs, salariés agricoles, familles, riverains et organisations de producteurs, qui sont les premiers utilisateurs et les premières personnes exposées aux risques des pesticides.
- Les consommateurs et la société civile en général, préoccupés par la santé et l'environnement, qui souhaitent une offre de produits de qualité.
- L'ensemble des acteurs des filières, de l'amont (producteurs) à l'aval (transformateurs et metteurs en marché), qui souhaitent développer des démarches de production durable et sont à la recherche de références scientifiques, de conseils et d'appui.
- Les décideurs responsables des politiques publiques et réglementaires, qui souhaitent bénéficier de données scientifiques et d'éléments d'analyse pour éclairer leur prise de décision.
- Les entreprises privées et les start-ups (fournisseurs de produits ou de services aux opérateurs des filières), qui sont engagées dans le développement de solutions alternatives.
- Les ONG, qui pourront trouver dans ce programme un réseau d'acteurs et un retour d'expériences pour valoriser leurs propres travaux et les développer.
- Les bailleurs de fonds, qui bénéficieront à la fois d'informations scientifiques et d'une offre intégrée d'outils, d'indicateurs et de retours d'expérience d'actions pour des productions agricoles durables.
- Les formateurs et ingénieurs agricoles, d'institutions publiques ou d'organisations privées, qui ont une charge de conseil aux agriculteurs.
- La communauté scientifique internationale qui, à travers cette initiative, participera à la construction d'innovations et bénéficiera de retour d'expériences pour la programmation de ses travaux de recherche.

La valeur ajoutée et l'originalité du programme proposé sont liées à :

- Le développement, au sein d'un même programme, d'une expertise combinant les approches et les résultats des composantes techniques, partenariales et organisationnelles du processus d'innovation.
- La mobilisation, dans le cadre de cette initiative, d'un ensemble de partenaires de recherche du Sud et du Nord. Au Sud, l'initiative bénéficiera en particulier du réseau de partenaires des 20 dispositifs en partenariat (dP) coanimés par le Cirad (représentant près de 30 institutions et 300 chercheurs du Sud), ainsi que de la connaissance approfondie des acteurs et des terrains par les porteurs de l'initiative.
- La réunion, au sein d'une même initiative, des différents acteurs du changement, qu'ils soient publics ou privés (producteurs, transformateurs, distributeurs, décideurs publics, entreprises et start-up porteuses de solutions alternatives, prescripteurs de l'utilisation de pesticides,



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

Plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides dans les agricultures du Sud

ONG, certificateurs, concepteurs d'outils de mesure d'impact et de traçabilité, bailleurs, etc.). Cette démarche participative et partenariale nous semble être la façon la plus efficace de renforcer les interfaces science-décision et, de façon générale, d'atteindre de réels changements pour des systèmes de production durables.

- La constitution d'un réseau Sud et Nord sur quatre continents (Afrique, Asie, Amérique latine, Europe), réunissant une capacité de production de connaissances, d'analyse et de retour d'expériences inspirantes pour la mise en œuvre de solutions locales et une diversité de systèmes de production.
- L'établissement de circuits courts et de boucles de rétroaction entre la recherche et les acteurs privés et publics des filières et des territoires.
- La capacité à établir, au sein d'une même initiative, une démarche à court et long terme permettant à la fois des actions rapides pour réduire dès maintenant les usages de pesticides, mais aussi de s'engager dans des transitions longues et transformatives des systèmes de production.
- Une plus grande cohérence dans les systèmes alimentaires mondiaux et l'identification d'innovations techniques transférables au Nord.

VI. Prochaines étapes et appel à contribution

Les prochaines grandes étapes de construction du programme concerneront :

Septembre 2025 :

Organisation d'une conférence internationale réunissant les partenaires du projet et les bailleurs.

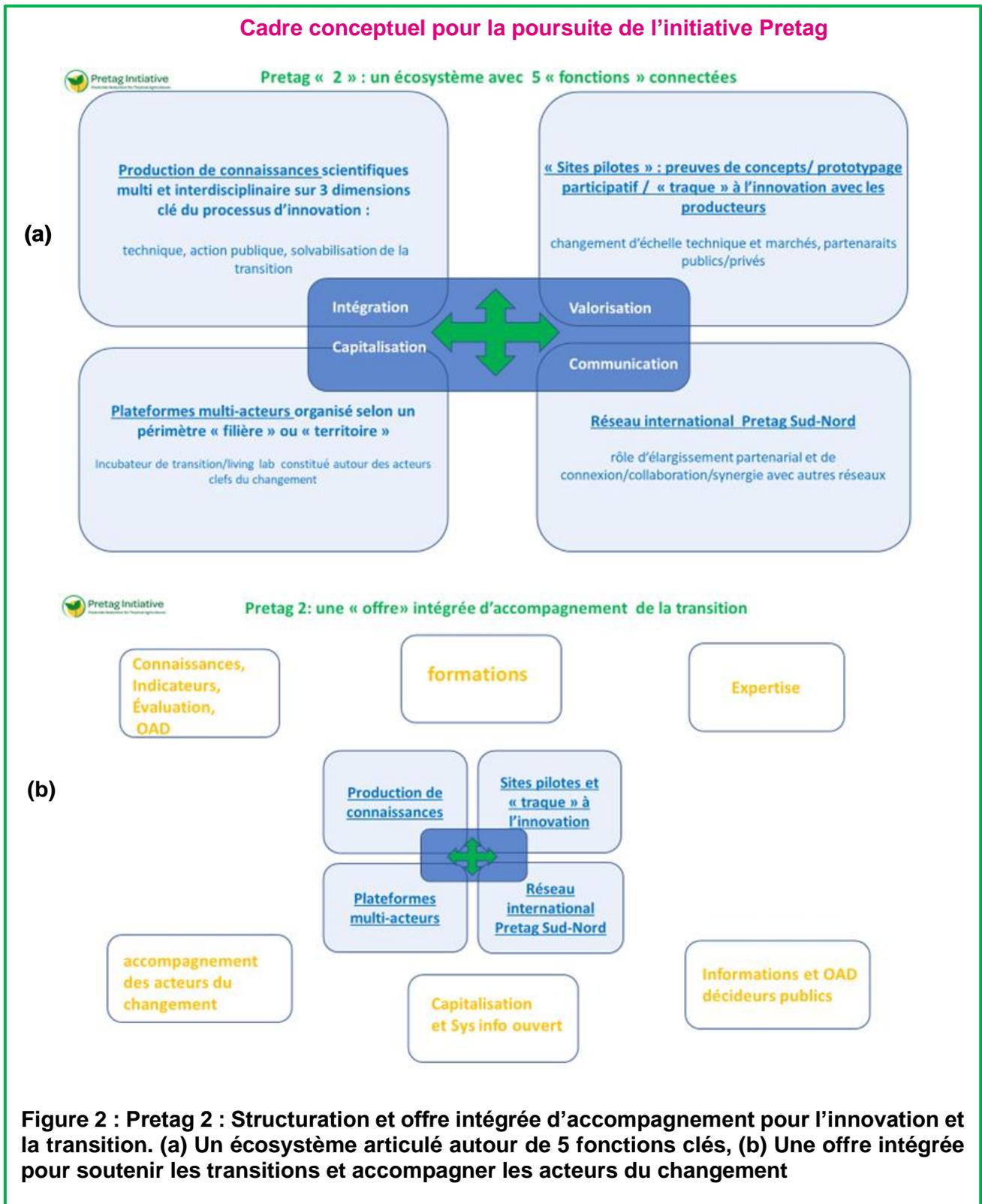
Premier semestre 2025 :

Présentation et discussion du présent document en vue d'élaborer conjointement, avec les partenaires Sud et Nord de Pretag, un document d'orientation stratégique partagé et un plan d'action associé pour 2025-2028.

Vous souhaitez en savoir plus ou participer à la construction du programme Pretag 2 ?

N'hésitez pas à nous contacter pour en discuter : pretag@cirad.fr

3. Éléments complémentaires pour le plaidoyer



Note de positionnement institutionnel Horizon Sciences

La Direction Générale déléguée à la Recherche et à la Stratégie du Cirad a proposé de valoriser la vision stratégique développée dans Pretag en une note de positionnement institutionnelle. Cette note sera intégrée à la collection "Horizon Sciences", qui reflète la position institutionnelle du Cirad sur des thématiques liées à l'alimentation, l'agriculture et l'environnement. Destinée aux décideurs et relais d'opinion, chaque numéro propose des recommandations concrètes fondées sur une analyse synthétique de données et de résultats scientifiques. Ces notes sont conçues pour être accessibles aux non-spécialistes tout en maintenant une rigueur scientifique élevée.

La note Horizon Sciences a été rédigée par l'équipe de Pretag s'articule autour de 4 points (Point 1. Insights into pesticide use challenges and opportunities in the Global South. Point 2. Key levers for action at technical and policy levels. Point 3. A call for a multi-scale and multi-stakeholder approach to pesticide reduction in tropical value-chains et Point 4. Toward a Cirad-led transformative initiative for pesticide reduction in the South).

Cette note, actuellement en cours de finalisation, sera publiée en 2025. Elle constituera un outil stratégique pour mobiliser de nouveaux acteurs et partenaires et renforcer l'impact de l'initiative Pretag.

Pretag à la COP16 : Pertinence du travail sur les indicateurs et de son approche innovante

Pretag a participé à la COP16 (Cali, Colombie, du 7 au 19 décembre 2024), en tant que membre de la délégation du Cirad. L'un des aspects les plus intéressants pour Pretag lors de cet événement a été les discussions autour du Target 7 du Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal (KMGBF), qui vise à réduire la pollution, y compris celle des pesticides, afin de minimiser leurs impacts sur la biodiversité. Ces discussions ont souligné le défi majeur de définir des indicateurs pertinents pour évaluer les impacts des pesticides. L'adoption de la toxicité cumulative appliquée agrégée (ATAT)¹ comme indicateur principal a été largement débattue², mais n'a pas abouti à une adoption formelle lors de la conférence. Les échanges ont mis en évidence des divergences méthodologiques significatives entre l'ATAT et d'autres approches, tout en soulignant les lacunes majeures dans les données disponibles. Par conséquent, aucune décision définitive concernant les indicateurs n'a été prise à la clôture de la COP16.

Dans ce contexte, le travail de Pretag, notamment dans le cadre du WP1, enrichit ces discussions de manière concrète. En testant un ensemble complémentaire d'indicateurs (IRSA, LCA, BROWSE) sur cinq chaînes de valeur, PRETAG met en évidence leurs forces, leurs limites et leur pertinence dans des contextes variés. Ces résultats concrets ont suscité l'intérêt de la part du chapitre britannique de la **Pesticide Action Network (PAN-UK)**, qui a activement participé aux débats à la COP16. Des discussions sont en cours pour renforcer les synergies et explorer des collaborations dans le cadre de la prochaine phase de Pretag.

L'approche de Pretag a également retenu l'attention à la COP16 grâce à ses caractéristiques innovantes en lien avec plusieurs cibles clés du KMGBF : son accent sur les leviers agroécologiques pour réduire la dépendance aux pesticides (Target 10), sa collaboration avec le secteur privé pour mobiliser des financements (Target 15), son approche inclusive réunissant divers acteurs (Target 18), et l'utilisation de sites pilotes pour tester des alternatives aux pesticides. Ces éléments ont suscité l'intérêt de partenaires potentiels tels que la **Coalition pour l'agroécologie** et encore le PAN-UK, dont les objectifs s'alignent étroitement avec ceux de Pretag. Bien entendu, Pretag tire également profit de ces discussions en enrichissant ses approches grâce aux réflexions internationales et en les adaptant aux enjeux globaux identifiés lors de la COP16.

¹ Convention on Biological Diversity (CBD). (2024). Report of the expert meeting on developing a methodology for headline indicator 7.2 under the monitoring framework of the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (CBD/SBSTTA/26/INF/18). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Retrieved from <https://www.cbd.int>; ²PAN UK. (2024). Technical guidance for CBD Parties in support of Headline Indicator 7.2 (ATAT). Document circulated during COP16, Convention on Biological Diversity (CBD), Cali, Colombia.

4. “Généricité” concernant les résultats des cinq cas d'étude filières dans les différents WP

Les cas d'étude filière que nous avons étudiés sont très différents entre cultures étudiées, tant en termes de contextes de production que d'acteurs impliqués. Une production agro-industrielle de banane d'exportation n'a par exemple rien à voir dans son mode d'organisation et son environnement avec une production maraichère à destination des marchés locaux. Une variabilité importante est également présente au sein d'une même culture en fonction des conditions pédoclimatiques et socio-économique. En reprenant l'exemple précédent, une production de bananes aux Antilles par de petits producteurs sur quelques hectares, travaillant dans un contexte de réglementation et d'aide européenne est très différentes d'une production de banane en Amérique Latine organisée par des groupes industriels internationaux. Dès lors, la question de la comparaison entre filières des résultats et celle de la représentativité des résultats au sein d'une même filière s'est posée au démarrage de l'étude. Nous proposons d'examiner dans les résultats obtenus pour les différents WP ce qui a trait à la spécificité des contextes et des filières de ce qui est “généralisable”.

WP1 : Renseigner les usages de pesticides dans 5 filières tropicales et évaluer les risques liés à ces usages

Dans le WP1 comme dans les autres WP, la démarche méthodologique a consisté à utiliser ou développer des formats et outils communs partagés entre cas d'étude. La base de données sur les substances actives est une base commune aux 5 cultures de même l'évaluation des risques qui croise l'usage de molécules et les pratiques fait appel à un ensemble de 5 indicateurs qui sont les mêmes quelques soient les cultures. Cette façon de procéder présente le très grand avantage de créer une communauté de pratiques entre chercheurs. Cette communauté de pratique permet de faciliter les retours d'expériences au sein des communautés scientifiques et entre filières. D'un point de vue plus spécifique au WP1 nous faisons également le constat que les différentes cultures utilisent souvent les mêmes substances actives. La question de la représentativité de la valeur des données dans le temps (elles correspondent à une “photo” à un instant “t”) et dans l'espace (quelle variabilité concernant ces données pour une même culture d'un contexte de culture à l'autre ?) reste un défi. On notera cependant que l'acquisition de données sur un ensemble de contextes comme nous l'envisageons dans la suite de Pretag permettra de “densifier” la cartographie des usages. Cette densification est sans doute possible en bénéficiant de contributions issues de “tiers” en dehors du projet (plateforme collaborative sur un site web).

WP2 : Caractériser les leviers techniques pour développer des alternatives à l'usage des pesticides de synthèse

Comme dans le WP1, l'effort particulier que nous avons fait pour caractériser les alternatives techniques à l'usage de pesticides chimiques a consisté à proposer une méthode commune de description de ces alternatives dans les 5 filières. Ce travail a abouti à identifier une vingtaine de leviers agroécologiques communs et à les organiser en priorités cohérentes (“couches successives”) quel que soit la culture considérée. Ce travail a abouti à proposer une organisation des alternatives selon une “pyramide Pretag des leviers”. Cette approche a permis de rapprocher les équipes des différentes filières à travers la production d'un cadre conceptuel unique et d'un vocabulaire commun. Nous pensons que ce cadre conceptuel peut également constituer un outil de dialogue entre acteurs de la transition. Pour la suite de Pretag et du WP2, l'enjeu en termes de généricité sera de développer des indicateurs communs d'évaluation du degré de maturité des solutions proposés (par exemple échelle de déploiement des solutions).

WP3 : Caractériser les verrous et leviers organisationnels et institutionnels pour la réduction de l'usage des pesticides de synthèse

Dans ce WP, ce sont essentiellement les politiques publiques du Cameroun et de Côte d'Ivoire relatives à la réglementation sur l'usage des pesticides qui ont été étudiées. L'ambition pour la suite de Pretag sera d'élargir l'étude à un ensemble d'autres contextes nationaux et régionaux. De même, nous nous sommes interrogés sur la capacité à développer dans la suite de Pretag et du WP3 une approche par leviers et "couches de priorités" à la manière de ce que nous avons fait dans le cadre du WP2.

WP4 : Les plateformes multi-acteurs et leur accompagnement en appui à la réduction de l'usage des pesticides : retour d'expérience Pretag

Comme dans les WP 1 et 2, le défi a été d'identifier dans la diversité des 5 plateformes multi-acteurs ce qu'il pouvait y avoir de commun dans leur fonctionnement malgré la diversité de leur composition. Ce travail a abouti à une conceptualisation du cheminement opérationnel de ces plateformes et à une description des étapes de ce fonctionnement. Nous pensons que cet outil est une première étape permettant de repérer les "invariants" dans la dynamique de transition et d'enrichir le cadre conceptuel proposé dans le WP4.

5. Mécanismes de financement de la transition sous l'angle des bailleurs publics

Identification de bailleurs et opportunités de financement pour des initiatives de Recherche

Ce travail visait à identifier des financements potentiels et à la mise en relation avec les bailleurs les plus potentiels. L'appui d'un consultant a permis de le réaliser. Ce travail est présenté de façon exhaustive dans les documents en annexe du compte rendu final.

Un inventaire à "360°" des bailleurs susceptibles de financer une initiative de grande ampleur basée sur le socle PRETAG a été réalisé. Cet inventaire s'articule autour de six grandes catégories de bailleurs :

- Les dispositifs et outils multilatéraux (agences des Nations Unies) ;
- Les outils de l'Union européenne ;
- Les banques de développement ;
- Les mécanismes bilatéraux français ;
- Les mécanismes bilatéraux étrangers ;
- Les fondations philanthropiques et alliances de fondations.

Des choix des types de bailleurs à prioriser ont été faits au cours de réunions entre le consultant, l'équipe de Pretag et les responsables bailleurs du pôle PIB - Plaidoyer, Impact, Bailleurs). L'étude a notamment fait le choix de ne pas cibler les bailleurs bien connus du Cirad (Union Européenne et Agence Française de Développement notamment) pour s'ouvrir à de nouvelles opportunités de financements.

Il a été recommandé à la coordination de Pretag, pour la poursuite du travail de prospection de financement :

- D'affiner rapidement « l'offre Pretag », afin de répondre en interne, puis en externe, aux questions importantes sur les orientations et attendus (contenu, livrables, partenaires techniques, géographies, filières, budget, etc.).
- D'envisager une poursuite de Pretag dans une logique de grappes de projets ; il n'est cependant pas exclu de financer la suite de l'initiative en tant que projet autonome.
- De poursuivre la construction des relations établies en informant les interlocuteurs (PNUE et Fonds pour l'Environnement Mondial, GIZ, etc.) des résultats et perspectives envisagées.
- De développer des relations avec les partenaires financés par ces bailleurs et connus d'eux, pour identifier les synergies et potentiels résultats communs (ICIPE, CABI, Fondation Biovision, Agroecology Coalition, autres plateformes de filières « non françaises », etc.). Au-delà de l'intérêt des relations techniques avec ceux-ci, cela peut offrir à Pretag une plus grande visibilité.

De poursuivre le travail de communication et de prospection :

(1) avec les contacts actuels du Cirad (UE, AFD, FID, FFEM, etc.) ;

(2) avec les organismes identifiés mais non encore contactés dans le cadre de l'étude (fondations internationales, USAID, etc.). Les échanges ayant eu lieu dans le cadre de ces travaux ont également mis en lumière l'importance des prises de contact dans les pays d'intervention. Beaucoup de bailleurs sont plus accessibles lorsqu'ils sont contactés dans les pays, de même que la mobilisation de financements tels que le Fonds pour l'Environnement Mondial ne semble possible que si des relations préexistent entre le Cirad, les agences de mise en œuvre (UNEP, UNDP, banques de développement, etc.) et les Etats et leurs partenaires (société civile, recherche nationale, etc.). La mobilisation de ses directions régionales ou équipes et partenaires dans les pays par le Cirad semble en ce sens essentielle.

L'étude n'a pas permis d'identifier de financement à court terme pour la poursuite de Pretag, mais a permis d'élargir le champ de réflexion et de prospects.

6. Bailleurs et opportunités de financement pour des initiatives privées et le financement des acteurs

Cette étude a fait l'objet d'un travail spécifique de la part de la Fondation FARM dans le cadre de Pretag et pourra être consultée auprès de la Fondation.

7. Défis de recherche futures

Le récent ouvrage "Zéro Pesticide un nouveau paradigme de recherche pour une agriculture durable" (Jacquet et al. 2022, Versailles, éditions Quae, 244 p. DOI :10.35690/978-2-7592-3311-3.) propose une excellente analyse des défis de la recherche en appui au développement de systèmes de production sans pesticide. L'analyse produite dans cet ouvrage s'applique aux agricultures tropicales et pourra être utilement consultée.

Concernant plus spécifiquement les quatre thématiques structurantes de Pretag 1 traitées dans les WP 1 à 4, nous rapportons dans le tableau suivant (**Tableau 2**) la poursuite et l'enrichissement possibles des activités. Le tableau 2 liste lui, de façon synthétique de nouvelles thématiques structurantes qui pourraient être abordées dans une suite de Pretag. Nous utilisons le conditionnel car l'intégration de ces nouvelles thématiques dépend bien sûr de la capacité de mobilisation de

nouvelles équipes dans le cadre de Pretag. Concernant ces nouvelles thématiques les remarques suivantes peuvent être faites :

- La mobilisation de la diversité variétale est souvent le point fort des agricultures traditionnelles du Sud. Cette diversité jouera probablement un rôle très important pour faire face aux changements globaux en permettant le développement de systèmes de culture plus résilients. Même si la place des nouvelles variétés n'est probablement pas à envisager de la même façon dans la transition agroécologique que lors de la révolution verte, elles n'en demeurent pas moins une composante des solutions, avec de nouvelles possibilités offertes par la connaissance du génome des plantes pour accélérer la création variétale.
- Le biocontrôle nous paraît également être une voie à explorer, à la fois compte tenu des solutions alternatives qu'offrent ces approches, mais aussi en raison de la nécessité de "contextualiser" les solutions. La possibilité de développer et valoriser ces solutions de façon "déconcentrée" permettrait de mieux répondre aux attentes des producteurs et de contribuer au développement local. Les régulations à l'échelle du microbiome, tout comme l'écologie chimique, sont également des éléments probablement déterminants de la protection des plantes dans le futur. Nous avons inclus ces thématiques dans la réflexion sur le futur de Pretag, avec des connexions fortes à développer avec les recherches menées dans les institutions du Nord.
- Les agroéquipements et le numérique sont également des thématiques d'intérêt particulier pour les agricultures du Sud, compte tenu des solutions qu'ils peuvent contribuer à développer (surveillance et prophylaxie, par exemple), mais aussi pour la réduction de la pénibilité du travail (y compris pour le petit agroéquipement) et pour renforcer l'attractivité des métiers de l'agriculture au Sud.
- L'étude des flux de pesticides dans l'environnement nous semble également être une thématique d'intérêt, afin de favoriser la prise de décision publique et privée en éclairant la dimension des risques.
- La dimension santé humaine et le concept de "Une seule santé" nous semblent importants, tant du point de vue de l'articulation entre les dimensions "produire" et "protéger" que pour l'intégration des stratégies de réduction des pesticides en phase avec les attentes des agricultures du Sud.
- L'étude des "coûts cachés" des pesticides, c'est-à-dire l'évaluation des coûts de dépollution ainsi que des impacts sur la santé et l'environnement à court et long terme, constitue une thématique complexe à aborder. Cependant, les conclusions de ces études sont des éléments essentiels pour la sensibilisation et la prise de décision en vue d'engager ou d'amplifier les transitions.

Tableau 2 : Thématiques structurantes pour la réduction de l'utilisation des pesticides abordées dans Pretag 1

Thématique	Travaux de référence dans Pretag 1	Poursuite envisagée dans Pretag 2
État des lieux de l'utilisation des pesticides	WP1	Enrichissement de la base de données ; adaptation des indicateurs de risques ; diffusion des indicateurs de risques auprès des agriculteurs et des décideurs.

Leviers et systèmes de culture agroécologique	WP2	Poursuite de la mise au point des leviers et de leurs combinaisons dans différents contextes ; caractérisation de la maturité technique et de la faisabilité économique des solutions agroécologiques ; démarches participatives de prototypage.
Leviers politiques et organisationnels	WP3	Identification des leviers génériques des politiques publiques de soutien ; analyse et comparaison des politiques publiques ; contribution à l'analyse des coûts cachés des pesticides ; calibrage des investissements nécessaires à la transition et recherche des solutions de solvabilisation de la transition (systèmes assurantiels, normes et autres).
Leviers partenariaux et plateformes multi-acteurs	WP4	Identification des coûts de la transition à l'échelle de la filière et de la possibilité de création de valeur ; développement des méthodes et indicateurs d'objectivation de la progression de la transition (à l'échelle d'une filière ou d'un territoire) et caractérisation des compromis entre performances environnementales, économiques et sociales ; analyse de l'articulation entre décision privée et publique.

Enfin quelque soient les thématiques qui seront retenues pour la suite de Pretag, trouver les voies et moyens de favoriser l'interdisciplinarité (nous avons dans les 2 ans de Pretag abordé la multidisciplinarité) sera un des défis à relever pour la suite de l'initiative.

8. Suite envisagée de l'initiative Pretag

Les suites envisageables de l'initiative Pretag au niveau des différents WP sont présentés dans chacun des chapitres de ce document dans la rubrique « Suites possibles »

De façon plus globale la poursuite de l'initiative est présentée à la section 2 de ce document dans le plaidoyer général dans les rubriques « **II. Proposition d'un programme d'actions en cinq axes** » et « **III. Les livrables du programme Pretag 2** »

Les étapes 2025 de préparation de la phase 2 sont rappelées ici :

- Premier semestre 2025, la présentation et discussion du présent document dans le but d'aboutir à la rédaction conjointe par les partenaires Sud et Nord de Pretag d'un nouveau document d'orientation stratégique partagé et d'un plan d'action associé 2025-2028,
- Septembre 2025, l'organisation d'une conférence internationale entre partenaires du projet et bailleurs.

9. Documents consultables

- Vision stratégique préparé avec l'appui du Comité Consultatif de Pretag (plaidoyer)
- Liste des membres du Comité Consultatif de Pretag (liste sur demande)
- Rapport d'étude sur les financements mobilisables pour la suite de Pretag



Pretag Initiative

Pesticide Reduction for Tropical Agricultures

LISTE DES LIVRABLES

WP1 : DIAGNOSTIC DES USAGES DES PESTICIDES

1. Rapport final du WP

Le Bellec F., Le Bars M., Ouedraogo R., Lammoglia S.-K., Martin T., Babin R., Ten Hoopen M., Bertrand B., Villain L., Sester M., Linna N., Bureau-Point E., De Lapeyre L., Blouin A., Loeillet D., Côte F.X. 2025. Chapitre 1. Renseigner les usages de pesticides dans cinq filières tropicales et évaluer les risques liés à ces usages. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 11-38. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00829>

2. Base de données Pretag des usages des pesticides et indicateurs de risques

Le Bellec F., Le Bars M., Ouedraogo R., Lammoglia S.-K., Martin T., Babin R., Ten Hoopen M., Bertrand B., Villain L., Sester M., Linna N., Bureau-Point E., De Lapeyre L., Blouin A., Loeillet D., Côte F.X. 2025. Base de données des usages des pesticides de synthèse et indicateurs de risques associés, Initiative Pretag (Pesticide Reduction for Tropical Agricultures). Montpellier, France : CIRAD. <https://agritrop.cirad.fr/612156/>

3. Rapports et documents techniques de référence

Ruf F., Kiendré J., Galo A., Kra N., Gnanon E., N'Guessan C., Kouakou H., Dorgeles, 2025. Base de données « Intrants chimiques et organiques cacao Côte d'Ivoire 2012-2022 ». CIRAD, Montpellier, France.

WP2 : ÉTUDE DU POTENTIEL DE REDUCTION DE L'UTILISATION DES PESTICIDES

1. Rapport final du WP

Martin T., André P., Risede J. M., Lammoglia K., Sester M., Deletre E., Diabate S., Konan A. J. K., Le Bellec A., Blouin F., Ghneim-Herrera T., Côte F.X. 2025. Chapitre 2. Caractériser les leviers techniques permettant de développer des alternatives à l'usage des pesticides de synthèse. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 39-55. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00830>

2. Guide Pretag de protection agroécologique des cultures tropicales en 20 leviers techniques

André P., Le Bellec F., Ouedraogo R.W., Côte F.X., Patault B., Konan N.K., Sester M., Risède J.M., Martin T. 2025. Guide de protection agroécologique des cultures tropicales en 20 leviers techniques, Initiative Pretag (Pesticide Reduction for Tropical Agricultures). Montpellier, France : CIRAD, 135 p. <https://agritrop.cirad.fr/612158/>. Accessible à : <https://www.pretag.org/technical-levers-for-pesticide-reduction>.

3. Publications

Ruf F., Kiendré J., Di Roberto H., 2024. Courageuses, mais fragiles certifications « cacao bio » en Côte d'Ivoire. (Auto)-exclusion des champions burkinabés ? (Article soumis). Cahiers Agricultures, soumis en septembre 2024.

4. Rapports et documents techniques de référence

- Di Roberto H., Jas N., 2024. Déterminants macro-institutionnels du recours au pesticide. Quelles subventions aux pesticides en Côte d'Ivoire ? (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France.
- Ruf F., 2022. Verrou pesticides ... et verrou cacao en Côte d'Ivoire : les pesticides perçus comme incontournables par les planteurs (Document de travail interne). CIRAD, Montpellier, France.
- Ruf F., Kiendré J., 2024. Cinq coopératives cacao bio en Côte d'Ivoire (Document de travail interne). CIRAD, Montpellier, France.
- Ruf F., 2024. Cacao sans pesticides ou pesticides sans cacao ? Analyse de la base de données Intrants (Document de travail interne). CIRAD, Montpellier, France.

5. Événements

- André, P., & Martin, T. (2024). Actualisation et nouvelle approche des leviers techniques de protection intégrée des cultures tropicales sans pesticides de synthèse [Présentation à la Journée technique - Réduction de l'usage des pesticides et produits vétérinaires dans une démarche One Health, 4 juillet 2024, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire]. CIRAD, AVSF, HORTSYS.
- Temple, L., Bonafos, R Côte, F.X., Le Bellec, F., Martin, T., & Blouin, A. (2024). *Liens formation « protection des plantes » et recherches sur la réduction des pesticides à l'international* [Programme de l'événement]. Initiative Pretag, CIRAD. Présenté le 2 septembre 2024, Montpellier, France.
- CTS SantéS & CTA SAd, avec la contribution de l'Initiative Pretag, organisateurs. (2023). *Pesticides dans les systèmes alimentaires et impacts sur la santé humaine* [Journée réflexive d'échanges, 30 novembre 2023, Montpellier, France]. CIRAD.

6. Vidéos

- CIRAD. (2023, 20 décembre). Côte d'Ivoire : le maraîchage en transition agroécologique (Épisode 1) [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Lb-CbUj5lcs>
- CIRAD. (2023, 20 décembre). Côte d'Ivoire : le maraîchage en transition agroécologique (Épisode 2) [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1Xvrz777TRQ>
- CIRAD. (2023, 20 décembre). Côte d'Ivoire : le maraîchage en transition agroécologique (Épisode 3) [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=IXz6Oce3sfg>

WP3 : ÉTUDE DES VEROUS ET DES LEVIERS RELATIFS A LA REDUCTION DE L'UTILISATION DES PESTICIDES

1. Rapport final du WP

Temple L., Jas N., Brunelle T., Di Roberto H. 2025. Chapitre 3. Caractériser les verrous et leviers organisationnels et institutionnels pour la réduction de l'usage des pesticides de synthèse. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 56-77. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00831>

2. Publications

- Brunelle T., Chakir R., Carpentier A., Dorin B., Goll D., Guilpart N., Tang F.-H., 2024. Reducing chemical inputs in agriculture requires a system change, *Communications Earth & Environment*, 5(1), 369.
- Kouadio A., Pepey É., Boussou C., Brou S., Fertin L., Pouil S., 2024. Leviers de substitution à l'usage de pesticides dans les systèmes cacaopiscicoles intégrés en Côte d'Ivoire, *Cahiers Agricultures*, DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2024027>.
- Macé Q., Goebel F.-R., 2024. *Tithonia diversifolia*: beneficial companion plant to control Yellow Aphids on sugarcane fields in Tanzania, *Cahiers Agricultures*, DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2024023>.
- Soulé Adam N., 2024. Gouvernance des mécanismes fonctionnels d'une innovation agroécologique : cas de la production de biopesticides au Cameroun, *Cahiers Agricultures*, DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2023025>.
- Brunelle T., Bayiha G.D.L.P., 2025. Economic Mechanisms of Pesticide Use in Cameroon, *Cahiers Agricultures* (in revision mineure).
- Ouedraogo S., Lemeilleur A., Loconto R., Emmenegger O., Koulthoum O., Martin T., Le Bellec F., 2025. Reconnaissance institutionnelle des SPG en Afrique et soutien comme levier de la réduction des usages des produits phytosanitaires, *Cahiers Agricultures* (in révision mineure).
- Bayiha G.D.L.P., Temple L., Jas N., Brunelle T., Tata Ngome P., 2025. Caractérisation macro-institutionnelle des verrous et leviers pour la réduction des pesticides en Afrique, *Cahiers Agricultures* (in révision mineure).
- Temple L., Jas N., Brunelle T., Tata Ngome P., Le Bellec F., Côte F., 2025. Réduire l'utilisation des pesticides agricoles dans les pays du Sud : verrous et leviers socio-techniques, *Cahiers Agricultures*, article introductif du numéro spécial (in rédaction).

3. Rapports et documents techniques de référence

- Temple L., Fernandes P., Garine Wichatitsky M.D., et al., 2024. Innovations de bioproduits basés sur micro-organismes pour réduire les pesticides : potentialités et risques (Rapport de recherche). CIRAD, Journée transdisciplinaire d'échanges, Montpellier, France, 193 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610189/>.
- Temple L., Weil M., Allinne C., Alpha A., Bagny L., Meile J.C., 2024. Pesticides dans les Systèmes Alimentaires et impacts sur la Santé humaine (Rapport de recherche). Présentation faite au séminaire d'animation scientifique CTS ET SAd, CIRAD, Montpellier, France, 83 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/609504/>.
- Traoré K.L.E., Temple L., Angbo-Kouakou, Fossou K.R., 2024. Processus d'innovation bio-fertilisants dans les systèmes de production du cacao en Côte d'Ivoire (Working Paper). Projet Santé des Plantes, Initiative Pretag, CIRAD, Montpellier, France, 54 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/609503/>.
- Bayiha G.D.L.P., Brunelle T., Jas N., Tata Ngome P.I., Temple L., 2024. Caractérisation macro-institutionnelle des verrous et leviers à la réduction d'usages

- des pesticides au Cameroun (Rapport de post-doctorat). CIRAD, Montpellier, France, 100 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/608650/>.
- Temple L., Bayiha G.D.L.P., Tata Ngome P.I., Ndo E.G.D., Manguèlè G., 2024. Verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun (Actes du forum). CIRAD-IRAD, Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 180 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/608572/>.
 - Bayiha G.D.L.P., Brunelle T., Jas N., Temple L., 2024. Cartographie du système acteurs de la filière pesticide au Cameroun (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France, 18 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610416/>.
 - Hou S., Temple L., Ducrot R., Nguon S., Gngang L., 2024. Microorganism-based innovation process: Agricultural Bio-inputs in Cambodia (Document technique de recherche). CIRAD, Montpellier, France, 53 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610536/>.
 - Bayiha G.D.L.P., Brunelle T., Jas N., Temple L., 2024. Caractérisation des coûts cachés d'usage de pesticides par les bases de connaissances mobilisables au Cameroun (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France, 28 p. Disponible à : <https://agritrop.cirad.fr/610418/>.
- Messabieu K., Michel I., Bayiha G.D.L.P., Temple L., 2024. Adéquation de références techniques agroécologiques construites dans les DROM sur du maraîchage agroécologique au contexte du Cameroun (Rapport de stage inédit). Institut Agro, 50 p. Soutenu le 28 novembre (sur demande).
 - Owoade S., 2024. Perception et gestion des maladies du cacao en Côte d'Ivoire : identification de verrous et leviers de solutions alternatives dans les systèmes agricoles (Mémoire de fin d'étude inédit). Institut Agro Montpellier, CIRAD UMR PHIM, 85 p. (sur demande).
 - Bikim M., 2024. Répertoire des acteurs de l'agroécologie au Cameroun (Document technique, rapport de fin de stage inédit). Université Yaoundé 2, CIRAD, 66 p. (sur demande).
 - Bayiha G.D.L.P., 2024. Conditions économiques d'adoption de références techniques agroécologiques dans le maraîchage au Cameroun (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France, 45 p.
 - Di Roberto H., Jas N., 2024. Déterminants macro-institutionnels du recours au pesticide. Quelles subventions aux pesticides en Côte d'Ivoire ? (Note de recherche inédite). Initiative Pretag, 34 p. (sur demande).
 - Temple L., Jas N., Di Roberto H., Brunelle T., Bayiha G.D.L.P., 2024. Verrous et leviers institutionnels de réduction de pesticides chimiques dans l'agriculture tropicale africaine (Note de synthèse et projet de policy brief inédit). Initiative Pretag, 11 p. (en évaluation).
 - Jas N., 2024. Politiques publiques et développement de l'usage des pesticides en Côte d'Ivoire depuis les années 1970 (Rapport de recherche inédit).

4. Cours et conférences

- Brunelle T., GDLP. Bayihia (2023) Mécanismes économiques d'usages des pesticides au Cameroun. In. Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation

- d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 7 Novembre 2023/7 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/608572/>
- Temple L. Cours de Masters à l'Université de Dschang Cameroun : Conditions socio-économiques de l'innovation agroécologique dans l'agriculture tropicale – Novembre 2023
 - Temple L. 2023. Atelier-Forum -Innovations basées sur le microbiote, micro-organismes pour la santé des écosystèmes dans l'Agriculture tropicale - Une étude cas en cours sur le Bokashi - Yamoussoukro, Abidjan, Camaye, Côte Ivoire
 - Temple L. 2024. Mise en débat de résultats provisoires de la recherche dans l'enseignement en Masters à l'Intitut Agro.
 - Temple L., GDLP. Bahiya, Tata Ngome, JM. Harmand, E.Ndo (2023). Initiative de réduction de pesticides dans l'agriculture tropicale : un enjeu de régulation des usages au Cameroun ? – In . Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 7 Novembre 2023/7 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/608572/>
 - Temple L., P.Fernandes Innovaciones de bio-productos basados en microorganismos : potencialidades y riesgos en la agricultura tropical ? VII CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGRODESARROLLO Cuba, 21 al 25 de octubre del 2024
 - Bahiha GDLP, L.Temple, T.Brunelle, N.Jas, IP. Tata Ngone (2023). Caractérisation des cadres macro-institutionnels des verrous et leviers à la régulation d'usage des pesticides au Cameroun. In. Forum Atelier sur les verrous et leviers à la régulation d'usages de pesticides au Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 7 Novembre 2023/7 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/608572/>

WP4 : SOUTIEN AU DIALOGUE MULTI-ACTEURS POUR LA REDUCTION DE L'UTILISATION DES PESTICIDES

1. Rapport final du WP

Blouin A., Loeillet D., Babin R., Baufumé S., Ghneim-Herrera T., Thibaud M., Sester M., Hasnaoui-Amri N., Raison E., Ngang L., Côte F.X. 2025. Chapitre 4. Les plateformes multi-acteurs et leur accompagnement en appui à la réduction de l'usage des pesticides : Retour d'expérience Pretag. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 78-112. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00832>

Loeillet D., Blouin A., Risède J.M., de Lapeyre L., Côte F.X. 2025. Retour d'expérience sur le processus de transition vers des systèmes de production moins consommateurs de pesticides de synthèse dans les filières bananes d'exportation. Montpellier, France : CIRAD, 120 p. <https://agritrop.cirad.fr/612185/>

2. Événements

- PRETAG Initiative. (2023). Atelier de formation à la démarche ImpresS ex ante [Atelier organisé à Montpellier, Agropolis International, du 24 au 26 avril 2023]. CIRAD.
- PRETAG Initiative. (2024). *Chemin d'impact issu de l'atelier ImpresS ex ante : Réduction des pesticides en maraîchage périurbain en Côte d'Ivoire* [Événement organisé à Yamoussoukro, École Supérieure d'Agronomie (ESA), 11–13 juin 2024]. CIRAD.
- PRETAG Initiative. (2024. (2024). *Workshop on the "Improvement of Rice Quality by an Improvement of Pest Management Strategies"* [Event held at SUN & MOON Riverside Hotel, Phnom Penh, 28th November 2024]. CIRAD.
- PRETAG Initiative. (2024). Vers la réduction de l'utilisation des pesticides dans la filière cacao en Côte d'Ivoire : Théorie du changement et pistes de réflexion vers l'identification d'un périmètre actionnable [Atelier, juin 2024]. CIRAD.
- PRETAG Initiative. (2024). Atelier Cacao à Abidjan [Atelier organisé du 11 au 13 juin 2024]. CIRAD.
- ECOFFEE Initiative (2024) Atelier « Plateforme de Dialogue Multisectoriel : Vers la réduction de l'usage des pesticides synthétiques dans la culture du café », Costa Rica, octobre 2024.

3. Rapports d'événements

- Deletre E., Ouedraogo R., Martin T., Lannes M., Hasnaoui Amri N., 2024. Compte-rendu de l'atelier ImpresS ex ante : Réduction des pesticides en maraîchage périurbain en Côte d'Ivoire (Rapport technique). Initiative Pretag, CIRAD.
- PRETAG Initiative, 2024. Report on the Workshop on the "Improvement of Rice Quality by an Improvement of Pest Management Strategies" (Rapport technique). CIRAD.
- Loeillet D., Blouin A., Risède J.M., de Lapeyre L., Côte F.X., 2024. Retour d'expérience sur le processus de transition vers des systèmes de production moins consommateurs de pesticides chimiques dans les filières bananes d'exportation (Rapport technique). CIRAD.
- ECOFFEE Initiative, 2024. Rapport de l'atelier Trajectoires pour Réduire l'Usage des Pesticides Synthétiques dans la Culture du Café en Costa Rica (Rapport technique). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- ECOFFEE Initiative, 2024. ECOFFEE Impact Roadmap (Rapport technique). CIRAD.

WP5 : ANALYSE DE DONNEES TRANSVERSALES POUR APPUYER L'ELABORATION DE STRATEGIES DE REDUCTION DES PESTICIDES

1. Rapport final de l'initiative Pretag 2023-2024

Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, 142 p. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00835>

2. Rapport final du WP

Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Cheneval J. B., Ghneim-Herrera T., Douillet A.T., Karailiev C., Rogez J.B., Brun M., Migault C. 2025. Chapitre 5. Réduction des pesticides pour les agricultures du Sud : Retour d'expérience Pretag, stratégie et plaidoyer pour la suite de l'initiative. In : Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Ghneim-Herrera T. (eds.). Rapport final de l'initiative « Pesticide Reduction for Tropical Agricultures » (Pretag). Montpellier : CIRAD, p. 113-134. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00833>

3. Elements de Plaidoyer

Côte F.X., Le Bellec F., Martin T., Temple L., Blouin A., Loeillet D., Baufumé S., Cheneval J.B., Ghneim-Herrera T., Karailiev C., Rogez J.B., Brun M., Migault C. 2025. Éléments de plaidoyer pour la réduction de l'utilisation des pesticides de synthèse dans les agricultures du Sud. Montpellier : CIRAD, p. 7. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00834>

4. Site web Pretag

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

5. Rapports et documents techniques de référence

Douillet A., 2023. Consultancy on the identification of donors and funding opportunities for Research and Development initiative(s) aiming at Pesticide Reduction in Tropical Agricultures: Final Report (Rapport technique). CIRAD, Montpellier, France. Publié le 15 décembre 2023.