

Selecting Efficient Farm-level Antimicrobial Stewardship Interventions from a *One Health* perspective (SEFASI)

Choisir des interventions efficaces de gestion des antimicrobiens au niveau de la ferme du point de vue de l'approche une seule santé

Rapport de l'atelier de partage des résultats du projet SEFASI

Maurice Antoine Diamé Gning¹, Ardiouma Faye² et Michel Dione³

1. Clinique Vétérinaire, Sacré-cœur, Mbour, Sénégal
2. Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires, Dakar, Sénégal
3. International Livestock Research Institute, Bamako, Mali

Janvier 2025




©2025 International Livestock Research Institute (ILRI)

ILRI thanks all donors and organizations which globally support its work through their contributions to the [CGIAR Trust Fund](#)



This publication is copyrighted by the International Livestock Research Institute (ILRI). It is licensed for use under the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence. To view this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

Unless otherwise noted, you are free to share (copy and redistribute the material in any medium or format), adapt (remix, transform, and build upon the material) for any purpose, even commercially, under the following conditions:

 **ATTRIBUTION.** The work must be attributed, but not in any way that suggests endorsement by ILRI or the author(s).

NOTICE:

For any reuse or distribution, the licence terms of this work must be made clear to others.

Any of the above conditions can be waived if permission is obtained from the copyright holder.

Nothing in this licence impairs or restricts the author's moral rights.

Fair dealing and other rights are in no way affected by the above.

The parts used must not misrepresent the meaning of the publication.

ILRI would appreciate being sent a copy of any materials in which text, photos etc. have been used.

Editing, design and layout—ILRI Editorial and Publishing Services, Addis Ababa, Ethiopia.

All photos by Michel Dione/ILRI

Citation: Gning, M.A.D., Faye, A. et Dione, M. 2025. *Rapport de l'atelier de partage des résultats du projet SEFASI*. SEFASI meeting report. Nairobi, Kenya: ILRI.

Patron: Professor Peter C Doherty AC, FAA, FRS

Animal scientist, Nobel Prize Laureate for Physiology or Medicine–1996

Box 30709, Nairobi 00100 Kenya

Phone +254 20 422 3000

Fax +254 20 422 3001

Email ilri-kenya@cgiar.org

ilri.org

better lives, better planet

through livestock

Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

Phone +251 11 617 2000

Fax +251 11 667 6923

Email ilri-ethiopia@cgiar.org

ILRI has offices in East Africa • South Asia • Southeast and East Asia • Southern Africa • West Africa

Table des matières

Liste des tableaux	iv
Liste de illustrations	iv
Introduction	1
I. Objectifs de l'atelier :	2
II. Cérémonie d'ouverture	3
III. Activités de la première journée	4
3.1 Présentation sur les objectifs du projet :	4
3.2 Présentation sur le PAN-RAM :	1
3.3 Présentation sur la dynamique de transmission de la résistance aux antimicrobiens dans l'approche <i>Une seule santé</i>	1
3.4 Présentation sur Facteurs de l'utilisation d'antibiotiques :	1
3.5 Présentation sur les dynamiques des impacts des interventions à l'échelle de la ferme	2
3.6 Présentation sur avantages macro-économiques des interventions de lutte contre la résistance aux antimicrobiens au Sénégal	2
IV. Deuxième journée :	4
4.1 Groupe 1 :	4
4.2 Groupe 2 :	5
V. Conclusion	7
VI. Annexes	8
Agenda	8

Liste des tableaux

Tableau 1: Format et mécanismes de diffusion des résultats en fonction des acteurs	4
--	---

Liste de illustrations

Figure 1 : Séance de travail de groupe (Groupe 1)	5
Figure 2: Séance de travail de groupe (Groupe 2)	6

Introduction

Le phénomène de la résistance aux antimicrobiens (RAM) reste une préoccupation majeure de santé publique dans le monde et plus particulièrement au Sénégal. Cette problématique implique des enjeux multiples d'ordre économique, alimentaire, politique et sociale. C'est dans ce cadre que des chercheurs de l'ILRI s'emploient activement à trouver des solutions pour rationaliser l'utilisation des anti-microbiens (AMs) dans les exploitations agricoles tout en préservant l'utilisation clinique humaine. Ces interventions contribueraient à réduire drastiquement le nombre d'infections par des agents pathogènes résistants aux antimicrobiens chez les humains. Pour la RAM, il est essentiel de comprendre les impacts coûts-avantages et productivité dans le secteur agricole et environnemental et les impacts coûts-utilités des interventions dans le système de santé humaine. De telles preuves permettraient non seulement aux ministères de la santé et de l'agriculture des pays de comprendre quelles interventions sont efficaces au sens microéconomique, mais permettraient également un paramétrage plus robuste des modèles macro-économiques globaux à l'avenir. Ces informations sont actuellement absentes de la littérature mondiale. Grâce à l'apprentissage partagé entre les partenaires et à l'utilisation de données secondaires existantes, nous prévoyons de répondre à la question « *Quelles interventions visant à réduire l'utilisation des antimicrobiens (AM) au niveau des élevages de la ferme (cas de la volaille au Sénégal) seraient les plus efficaces à l'échelle nationale, compte tenu des différents scénarios d'utilisation et de la RAM en santé humaine en Angleterre, au Danemark et au Sénégal ?* » ; définissant l'efficacité comme l'optimisation de l'utilisation des ressources, en tenant compte d'un budget défini et d'un ensemble de résultats souhaités. A cet effet la modélisation statistique, mathématique et économique seront utilisés pour construire un modèle compartimental qui pourra évaluer (i) l'interaction entre la transmission de la RAM chez les animaux, l'environnement et les humains, et (ii) l'interaction entre les coûts et les avantages dans le « *One Health* ». Ainsi, dans le cadre de son projet nommé SEFASI, l'Institut International de Recherches sur l'Élevage (ILRI) a organisé un atelier de restitution des résultats du projet SEFASI à l'hôtel *Fleur de Lys* (Sénégal) du jeudi 30 au vendredi 31 janvier 2025. Cet atelier qui s'est tenu à Dakar, a vu la participation de 19 représentants de 10 structures différentes.

I. Objectifs de l'atelier :

Cet atelier de restitution d'une durée de deux jours (02) a pour principal objectif de :

1. Discuter des résultats des différentes études et leurs implications dans la lutte contre la RAM ;
2. Développer des outils de diffusion des résultats du projet ;
3. Discuter des opportunités de recherche dans le cadre de la RAM ;

II. Cérémonie d'ouverture

La cérémonie a débuté par une allocution de Dr Michel Dione qui a fait un récapitulatif des ateliers précédents organisés au Sénégal à propos du projet SEFASI. Il a ensuite souhaité un bienvenu à tous les participants.

Venu représenter le Directeur des Services Vétérinaires du Ministère de l'Agriculture de la Souveraineté Alimentaire et de l'Elevage, de Dr Moutar Seydi, dans son discours, il a commencé par prononcer les mots de bienvenu au représentant de l'Institut International de Recherches sur l'Elevage (ILRI) en Afrique de l'Ouest et a par la même occasion salué l'implication de l'institut dans les activités du Ministère. Il poursuit par rappeler sur la nécessité de contenir la RAM dans nos pays et sur les objectifs du projet. Il a fini par souhaiter plein de succès à l'atelier.

Des mots de renouvellement d'engagement ont également été prononcés à l'endroit d'ILRI et de son projet SEFASI par le représentant du Secrétaire Permanent du Haut Conseil National à la Sécurité Sanitaire Mondiale et du « *One Health* » (HCNSSM-OH), Dr Adiaratou Diakhou NDIAYE. A cet effet, il n'a pas manqué de souligner l'importance du projet dans la lutte contre la RAM qu'il considère d'ailleurs comme étant un risque de pandémie si rien n'est fait. A la fin de son discours, des mots de remerciements à l'endroit du coordonnateur de l'ILRI furent prononcés.

III. Activités de la première journée

Elle fut marquée par une série de présentations dont :

- Les objectifs du projet SEFASI déclinés par Dr Dione ;
- La dynamique de transmission de la résistance aux antibiotiques selon l'approche *Une seule santé* par Dr Gwen Knight (LSHTM) ;
- Deux études de cas présentées par Dr Faye dont :
 - L'étude sur les connaissances attitudes et pratiques des éleveurs de volailles sur l'usage des antibiotiques dans les exploitations avicoles de la zone péri urbaine de Dakar ;
 - L'étude facteurs de l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de volailles semi-intensifs ;
- Les interventions de Dr Chan ont porté sur :
 - Les dynamiques des impacts des interventions à l'échelle de la ferme par ;
 - Les avantages macroéconomiques des interventions de lutte contre la résistance des antibiotiques au Sénégal.

3.1 Présentation sur les objectifs du projet :

Dans cette première Intervention, Dr Dione a effectué un rappel du contexte du projet spécialement dans le cadre des problèmes de résistance aux antimicrobiens, son impact sur la production et la santé publique. Il poursuit par présenter les travaux qui ont été réalisés dans ce sens :

- 1^{er} atelier : développement du cadre qualitatif du modèle en dynamique des systèmes ;
- 2^e atelier : validation des modules (production, économie, consommation) ;
- 3^e atelier : quantification et calibrage du modèle.

Enfin, il a fini par énumérer les questions de recherche abordées par le projet et l'approche utilisée pour les résoudre grâce à l'usage de modèles séparés à l'interface homme-animal- environnement. Ainsi, il énuméra les cinq (05) paquets de travail du projet dont :

- Le Knowledge Hub qui est une plateforme d'échange pour un groupe d'experts par pays ;
- Le paquet expertise dont le but est d'avoir des informations d'experts qu'on pourra modéliser.
- Le modèle de la ferme ;
- Le modèle de transmission de la RAM au niveau humain qui est développé par le London School ;
- Le modèle coûts-bénéfice dans la ferme.

3.2 Présentation sur le PAN-RAM :

Le représentant du Secrétaire Permanent du Haut Conseil National à la Sécurité Sanitaire Mondiale, et du *One Health*, Dr Daouda, a présenté le contexte et les objectifs stratégiques du PAN RAM qui reposent sur cinq axes :

- la gouvernance de la RAM ;
- la promotion de la lutte contre la RAM ;
- la surveillance et recherche ;
- la Sécurité Alimentaire ;
- la prévention et contrôle des infections ;
- la gestion et usage des antimicrobiens ;
- la coordination et la mobilisation des ressources.

A travers une analyse SWOT, présentée par Dr Ngom, les forces et faiblesses, les opportunités, les menaces et les défis liés à ce programme ont été énumérés.

Ainsi dans l'optique d'optimiser le PAN-RAM, Dr Ngom a formulé une série de recommandations s'articulant sur :

- Une meilleure inclusion des autres secteurs d'autres secteurs stratégiques comme l'environnement ;
- Une approche plus efficace dans la gouvernance de la RAM ;
- Une inclusion du secteur privé vétérinaire ;
- Un renforcement des aspects socioéconomiques ;
- Une attention particulière sur la gestion des données.

3.3 Présentation sur la dynamique de transmission de la résistance aux antimicrobiens dans l'approche *Une seule santé*

Dr Gwen Knight de *London school of Hygiene and Tropical Medicine* (LSHTM), qui est aussi chef du Consortium SEFASI a présenté l'utilité du modèle de transmission *One Health* des germes résistants. En effet, à travers la présentation de son, elle a été démontré que la transmission de la RAM entre l'environnement et l'animal était le mode de transmission le plus fréquent. Contrairement à l'Angleterre et au Danemark, le model a montré un taux de transmission des germes de la résistance entre les deux écosystèmes (environnement-animal) pour le Sénégal.

Il ressort également de ses analyses que les interventions ciblant la transmission environnementale de la RAM (eau, sol) entre l'animal et l'homme auraient un impact supérieur aux autres et sur la réduction de la transmission entre les différents secteurs. Ainsi, pour elle, il serait plus judicieux de se concentrer sur des actions qui visent à rompre la transmission Homme-animal-environnement ; ce qui reviendrait donc à mettre l'accent sur les mesures de biosécurité.

3.4 Présentation sur Facteurs de l'utilisation d'antibiotiques :

Outre les statistiques descriptives sur les connaissances attitude et pratiques des éleveurs de volaille sur l'usage des antibiotiques présentées lors du dernier atelier de modélisation des impacts socio-économiques de la

résistance aux antimicrobiens, Dr FAYE a également passé en revue les résultats d'une étude de cas d'élevage semi intensifs dénommée: Facteurs de l'utilisation d'antibiotiques dans les élevages de volailles semi intensifs. Dans son intervention, il a pu montrer à travers les résultats de quatre régressions où sont examinées l'effet de quatre Co-variables que sont la biosécurité, la vaccination et l'attitude des aviculteurs à l'égard de la RAM ou leur sensibilisation, sur la quantité d'antibiotique utilisée, la probabilité d'utilisation des antibiotiques sur des animaux en bonne santé et la productivité des poulets de chair. Il ressort donc de cette étude que :

- une biosécurité plus robuste à la ferme était significativement liée à une utilisation moindre d'antibiotiques chez la volaille en bonne santé et à une productivité plus élevée des poulets de chair ;
- la vaccination et l'utilisation des antibiotiques étaient toutes deux plus élevées dans les fermes ayant une prévalence plus forte aux maladies aviaires ;
- la sensibilisation des aviculteurs ou leurs attitudes à l'égard de la résistance aux antimicrobiens et l'amélioration de la biosécurité, pourraient encourager une utilisation rationnelle des antibiotiques dans les élevages ;
- la biosécurité et la vaccination sont des facteurs de réduction de l'utilisation d'antibiotiques comme outils d'amélioration de la productivité et de contrôle des maladies dans les élevages de poulets de chair.

3.5 Présentation sur des impacts des interventions à l'échelle de la ferme

Dans son intervention Dr Derek Chan, économiste modélisateur à ILRI a commencé par décrire le modèle nommé System Dynamic Model (SDM) qu'il réduit à la simple expression comme étant un « outil qui permet l'éleveur de réduire la dépendance aux antibiotiques tout en optimisant sa productivité ». Il poursuit par une présentation des différentes interfaces du modèle et à travers de multiples scénarios, il finit par démontrer que l'éleveur peut en agissant sur divers paramètres du modèle, réduire l'utilisation des antibiotiques tout en améliorant sa productivité.

3.6 Présentation sur avantages macro-économiques des interventions de lutte contre la résistance aux antimicrobiens au Sénégal

Assurée également par Dr Chan, cette dernière présentation de la journée été axée sur les avantages macroéconomiques du modèle Agriculture Human Health Micro-Economic model (AHHME). A travers cette intervention, il a pu montrer que le model AHHME pourrait servir comme outil de plaidoirie. En effet, il a démontré que l'impact le plus important d'une intervention de résistance aux antimicrobiens serait la productivité globale en plus de gains significatifs en année de vie ajustées à la qualité ; montrant une amélioration significative de la vie des patients. Aussi, il a été démontré que les élevages commerciaux de poulets gagneraient beaucoup plus que les petits élevages, compte tenu des cycles de productions plus importants. En effet ses analyses ont montré que le coût annuel maximal acceptable serait de 50 049 680 \$ (2,78\$ par habitant) et le secteur qui connaîtrait le gain prévu le plus élevé au cours de la période de 20 ans serait la productivité du travail avec 62,9 % suivie des gains pour les fermes commerciales de poulet à 2,4% suivi des économies du secteur des soins de santé à 0,2%.

Cette première journée marquée par une série de présentations sur les résultats des différentes étude initiées dans le cadre de ce projet, nous a permis de comprendre que :

- la détermination de l'impact économique des interventions en matière de santé (animale, humaine) est essentielle pour la priorisation des interventions et des politiques.

-
- Des insuffisances sont notées dans la mise en œuvre de l'approche notamment dans la qualité, le partage et la gestion des données selon les secteurs. En effet, un regroupement de données plus unifiées et systématiques reste crucial pour optimiser la modélisation visant à mieux contrôler la RAM (espace, temps).
 - Le contexte détermine fortement le choix des priorités dans les interventions. Ainsi, la combinaison des paysages locaux de faisabilité et de mise en œuvre, de la connectivité des écosystèmes, et des critères des parties prenantes mènera à des politiques différenciées.
 - Il ressort clairement de ces interventions que les parties prenantes doivent non seulement participer aux réflexions, émettre des idées, proposer des scénarios afin de renseigner les modèles qui permettront fournir des recommandations pour mieux contenir la RAM.

IV. Deuxième journée :

La seconde journée a débuté par un récapitulatif des travaux de la première journée par Dr Dione.

Ensuite, les participants ont été répartis dans deux groupes. Chaque équipe a travaillé pour apporter des réponses aux différentes questions proposées par le coordonnateur du projet que sont :

- Comment les résultats du projet SEFASI pourraient-ils contribuer à la mise en œuvre du PAN-RAM ?
- Sous quel format et quels sont les mécanismes de diffusion des résultats du projet ?
- Quels sont les thèmes de recherche prioritaires sur la RAM et le *One Health* ?

Les réponses des différents groupes ont été présentées en plénière avant de faire l'objet d'une validation collective par l'ensemble des parties prenantes.

4.1 Groupe 1 :

Dans la restitution en plénière de leurs travaux, le second groupe a proposé les éléments de réponse suivant :

- L'évaluation économique des impacts des activités du PAN-RAM à travers le modèle AHMME sera possible ;
- L'amélioration de la gouvernance de la RAM afin de concevoir un usage raisonné et rationnel des antimicrobiens ;
- Ces résultats serviront de plaidoyer pour un investissement durable pour lutter contre la RAM ;
- Ils constituent également un outil pour l'aide à la prise de décision, de la priorisation des acquis et d'orientation des interventions relatives à la RAM.
- L'organisation d'atelier de partage et de formations des différentes parties prenantes constitue le format proposé par ce groupe suivant un mécanisme de diffusion diversifié en fonction des acteurs (*Tableau 1*).

Tableau 1: Format et mécanismes de diffusion des résultats en fonction des acteurs

Acteurs	Actions
Éleveurs	Ateliers de partage et de sensibilisation Former les éleveurs BPHB
Professionnels de santé et sectoriels impliqués dans le OH	Partage des résultats sur les plateformes de communications Supports de communication Ateliers de formations sur les outils élaborés
Décideurs politiques	Partage des rapports de l'étude (policy brief) Notes techniques
Chercheurs, Universités	Partage des résultats de la recherche avec les instituts dans les différentes plateformes universitaires, Journées scientifiques
Communauté (médias, grand public, école)	Partager et sensibiliser sur les résultats et les questions liées à la RAM

La confection de *Kakemonos*, de flyers lors des activités, les Spots publicitaires (télévisions, radios) lors des WAAW (Journées de lutte contre la résistance aux antimicrobiens), et la diffusion des résultats dans les sites internet des ministères sectoriels et du HCNSS, constituent également les supports de diffusions proposés en plénière par le second groupe pour atteindre les différentes cibles.

Les thèmes de recherche prioritaire sur la RAM et le *One Health* soulignés par ce groupe restent :

- Le Contrôle microbiologique des aliments pour animaux et des Denrées Alimentaires d'Origine Animale (DAOA) ;
- La Mise en place d'une plateforme intégrée de partage des données/surveillance de la RAM ;
- Initier une étude sur la Prévalence nationale de la RAM (secteurs humain, animal, et environnemental) ;
- Initier des études d'impact socio-économiques de la RAM au Sénégal mais également évaluer l'impact de la consommation des DAOA au Sénégal ;
- Pencher à renforcer la surveillance de la RAM dans l'environnement et l'agriculture en proposant également des solutions alternatives à l'usage des antimicrobiens et à quantifier la consommation d'antimicrobiens.



Figure 1 : Séance de travail de groupe (Groupe 1)

4.2 Groupe 2 :

Des éléments de réponse ont été proposés par le premier groupe et par la suite présentés en plénière. Comme éléments de réponses, aux différentes questions, ce groupe a suggéré que :

Les résultats du projet pourraient s'inscrire dans les sept (7) axes stratégiques du PAN-RAM. En effet, ils admettent que les notes politiques issus de ce projet aideront l'autorité à légiférer. Ces notes, associées aux modèles développés, vont également contribuer à la mise en œuvre des six autres axes stratégiques.

Quant au format et des mécanismes de diffusion des résultats du projet, ils ont suggéré :

- Des publications scientifiques ;
- Des réunions de partage ;
- Des notes d'information (pour atteindre un large public) ;
- La sensibilisation via les médias, Réseaux Sociaux, les foires, etc.
- d'éditer des notes politiques destinés aux gouvernants.

En réponse à la dernière question, relative aux thèmes de recherche prioritaires sur la RAM et le *One health*, la présente cohorte a fait les propositions suivantes :

- La sécurité sanitaire des aliments plus particulièrement la recherche de résidus d'antibiotiques, et de bactéries pathogènes résistantes dans les produits d'origine animale ;
- Des études plus poussées sur les effluents (élevage, eaux usées) ;
- Surveillance intégrée de la RAM ;
- Evaluation économique des interventions prévention-contrôle des Infections (Salmonelle, E. coli, Campylobacter).



Figure 2: Séance de travail de groupe (Groupe 2)

A l'issue de ces travaux, une séance de discussion a été ouverte pour encourager les participants à davantage apporter leurs contributions sur les perspectives d'étude.

Le coordonnateur du projet ; Dr Dione en a profité par la suite pour adresser ses sincères remerciement à l'ensemble des participants. Des mots de remerciement à l'endroit du Coordonnateur du projet et à tous les participants ont été formulé par Dr Moutar Seydi, mettant ainsi fin aux travaux de l'atelier.

V. Conclusion

Cet atelier de clôture dont l'objectif principal était de discuter des résultats et des opportunités de recherches qui pouvaient en découler, a été une période de riches échanges entre différents experts sur les résultats des différentes études et leurs implications dans la lutte contre la RAM, les mécanismes et les formats de diffusion des résultats du projet ainsi que des opportunités de recherche dans le cadre de la RAM. Cet atelier a également permis de diversifier les pistes de solutions pour une lutte efficace contre l'antibiorésistance par une approche *One Health*. Par ailleurs, une approche plus holistique et un focus sur le secteur environnemental permettront à ce projet d'avoir une plus grande portée dans la lutte contre l'antibiorésistance.

VI. Annexes

Agenda

Horaire	Activités	Responsables
Jour 1—Jeudi (30/01/2025)		
0900–0920 h	<ul style="list-style-type: none"> Mot du bienvenu du coordonnateur du projet Mot du Représentant du Ministre de l'Élevage et des Productions Animales Mot du représentant du Secrétariat Permanent Haut Conseil National de Sécurité Sanitaire Mondiale « <i>One Health</i> » 	<ul style="list-style-type: none"> ILRI MEPA HCNSSMOH
0920–0940 h	Rappel des objectifs du projet et activités menées	Michel Dione (ILRI)
0940–1000 h	Mise au point sur la Stratégie Nationale de lutte contre la RAM (2024-2029)	MEPA et HCNSSMOH
1000–1030 h	Facteurs de l'utilisation d'antibiotiques dans les élevages de volailles semi-intensifs : résultats d'une enquête menée au Sénégal	Ardiouma Faye (ISRA/LNERV)
1030–1100 h	Pause-Café	
1100–1200 h	Établir la dynamique de transmission de la résistance aux antimicrobiens dans l'approche « Une seule santé »	Gwen Knight (LSHTM)
1200–1300 h	Dynamiques des impacts des interventions à l'échelle de la ferme	Derek Chan (ILRI)
1300–1400 h	Pause déjeuner	
1400–1500 h	Avantages macroéconomiques des interventions de lutte contre la résistance aux antimicrobiens au Sénégal	Derek Chan (ILRI)
1500–1600 h	Discussion en plénière – implications des résultats du projet	MEPA
Jour 2—Vendredi (31/01/2025)		
0830–0845 h	Récapitulation du jour 1	Michel Dione (ILRI)
0845–0915 h	Implications politiques des résultats du projet	Michel Dione (ILRI)
0915–1030 h	Plan de diffusion des résultats du projet	MEPA
1030–1100 h	Pause-café	
1100–1300 h	Identification des thèmes de recherche prioritaires sur la RAM et <i>One Health</i> au Sénégal	MEPA, Michel Dione (ILRI)
1300–1330 h	Clôture et Pause déjeuner	ILRI



The International Livestock Research Institute (ILRI) works to improve food and nutritional security and reduce poverty in developing countries through research for efficient, safe and sustainable use of livestock. Co-hosted by Kenya and Ethiopia, it has regional or country offices and projects in East, South and Southeast Asia as well as Central, East, Southern and West Africa. ilri.org



CGIAR is a global agricultural research partnership for a food-secure future. Its research is carried out by 15 research centres in collaboration with hundreds of partner organizations. cgiar.org