

# Risque et Incertitude<sup>1</sup>

Pierre Biscaye  
Université Clermont Auvergne  
UE 8 Secteur Privé & Développement

Janvier 2025

---

<sup>1</sup>Le contenu de ce cours est tiré du cours de Microéconomie du Développement de [Jeremy Magruder](#) à l'UC Berkeley et du cours [d'Économie du Développement de l'AEA](#) d'Emily Breza et Supreet Kaur.

Risque et production des entreprises

Lissage des risques

Assurance vs épargne

Présentations de papiers

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

Maximisation de profit sans incertitude ou contraintes de marché

$$\max_{K,L} pF(K, L; A) - rK - wL$$

Realité: divers types de *risques et incertitudes*

- ▶ Incertitude autour des prix des produits ou des intrants
- ▶ Incertitude concernant la disponibilité ou la qualité des intrants
- ▶ Incertitude sur des facteurs externes influençant la production

Incertainité et optimisation:

$$\max_{K,L} E[pF(K, L; A) - rK - wL | X]$$

où  $X$  sont des facteurs connus qui influencent les attentes (qui pourraient évoluer avec le temps)

# Exemples de sources de risque et d'incertitude

Pouvez-vous penser à des exemples de facteurs créant de l'incertitude pour la production ?

# Exemples de sources de risque et d'incertitude

Pouvez-vous penser à des exemples de facteurs créant de l'incertitude pour la production ?

- ▶ Perturbations de la chaîne d'approvisionnement
  - ▶ Retards ou pénuries de matières premières, de biens intermédiaires ou engorgements logistiques
- ▶ Pannes d'équipements ou de machines
  - ▶ Temps d'arrêt dû à des problèmes de maintenance, pannes imprévues ou coupures d'électricité
- ▶ Disponibilité de la main-d'œuvre
  - ▶ Grèves, roulements, changements démographiques
- ▶ Catastrophes naturelles et événements climatiques extrêmes
  - ▶ Inondations, ouragans, tremblements de terre qui perturbent les opérations ou endommagent les infrastructures
- ▶ Volatilité des prix du marché
  - ▶ Fluctuations des prix des intrants ou des produits qui impactent la rentabilité et la planification de la production

# Risque de production dans les pays en développement

- ▶ Perturbations de la chaîne d'approvisionnement
  - ▶ Infrastructure de transport et réseaux plus faibles, faible application des contrats
- ▶ Pannes d'équipements ou de machines
  - ▶ Infrastructure électrique déficiente
- ▶ Disponibilité de la main-d'œuvre
  - ▶ Moins d'accès à une main-d'œuvre qualifiée, prévalence accrue de maladies
- ▶ Catastrophes naturelles et événements climatiques extrêmes
  - ▶ Vulnérabilité accrue dans de nombreux pays, outils limités pour la prévention, la mitigation, et le secours
- ▶ Certains défis plus spécifiques à ces contextes :
  - ▶ Institutions faibles, instabilité politique, conflits
  - ▶ Accès limité aux marchés financiers (crédit, assurance)

# Défis particuliers pour les agriculteurs pauvres

- ▶ Incertitude sur la fonction de production
  - ▶ Risques climatiques : variabilité des précipitations, sécheresses, vagues de chaleur
  - ▶ Risques liés aux ravageurs et maladies
  - ▶ Pertes après récolte
- ▶ Incertitude sur les intrants
  - ▶ Insécurité foncière et droits de propriété incertains
  - ▶ Santé de la main-d'œuvre
  - ▶ Qualité des semences, engrais
- ▶ Incertitude des prix
  - ▶ Saisonnalité de la production et des prix
  - ▶ Accès limité aux acheteurs, informations limitées sur les marchés et les prix

# Réponses possibles au risque et à l'incertitude

- ▶ **Mécanismes financiers et comportement de précaution** : assurance, détention d'actifs liquides, accès au crédit
- ▶ **Aversion au risque** : sous-investissement, arbitrage entre risque et rendement des investissements
- ▶ **Allocation des intrants** : diversification  $\Rightarrow$  arbitrage entre risque et efficacité
- ▶ **Diversification des produits** : engagement dans différentes activités, répartition des risques  $\Rightarrow$  réduction de la spécialisation et des économies d'échelle
- ▶ **Prévisions** : investissement dans des technologies pour améliorer les capacités de prédiction et réduire (une partie de) l'incertitude

Le **résultat** : potentiel d'augmentation des coûts et de diminution de la productivité et des profits



Risque et production des entreprises

Lissage des risques

Assurance vs épargne

Présentations de papiers

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

# Quand le risque influence-t-il les décisions de production ?

- ▶ L'incertitude n'empêche pas les entreprises de maximiser leurs profits
- ▶ Elles ont seulement besoin d'informations sur les probabilités des différents états du monde et peuvent optimiser
  - ▶ Par exemple?
  - ▶ Possibilité de périodes avec revenus faibles (accès au crédit)

# Quand le risque influence-t-il les décisions de production ?

- ▶ L'incertitude n'empêche pas les entreprises de maximiser leurs profits
- ▶ Elles ont seulement besoin d'informations sur les probabilités des différents états du monde et peuvent optimiser
  - ▶ Par exemple?
  - ▶ Possibilité de périodes avec revenus faibles (accès au crédit)
- ▶ Les ménages souhaitent éviter la réalisation de périodes de basse consommation
- ▶ Pourquoi? Et dans quels cas cela affecterait-il les décisions de production?

# Quand le risque influence-t-il les décisions de production ?

- ▶ L'incertitude n'empêche pas les entreprises de maximiser leurs profits
- ▶ Elles ont seulement besoin d'informations sur les probabilités des différents états du monde et peuvent optimiser
  - ▶ Par exemple?
  - ▶ Possibilité de périodes avec revenus faibles (accès au crédit)
- ▶ Les ménages souhaitent éviter la réalisation de périodes de basse consommation
- ▶ Pourquoi? Et dans quels cas cela affecterait-il les décisions de production?

**Résultat :** Le risque influence différemment les décisions de production en présence d'échecs de marché et de séparation

# Lissage ex post vs lissage ex ante des risques

- ▶ Risque et incertitude  $\Rightarrow$  variation des revenus réalisés
- ▶ Les producteurs-ménages veulent *lisser* leurs consommation et, par conséquent, leur revenus
- ▶ **Lissage ex post**
  - ▶ Accepter que le revenu sera plus faible à certaines périodes
  - ▶ Faire face aux conséquences: assurance, emprunts, épargne, recherche d'autres sources de revenus, etc.
  - ▶ Une meilleure gestion du risque  $\Rightarrow$  une plus grande disposition à prendre des risques
  - ▶ Que se passe-t-il si les marchés financiers sont contraints?

# Lissage ex post vs lissage ex ante des risques

- ▶ Risque et incertitude  $\Rightarrow$  variation des revenus réalisés
- ▶ Les producteurs-ménages veulent *lisser* leurs consommation et, par conséquent, leur revenus
- ▶ **Lissage ex post**
  - ▶ Accepter que le revenu sera plus faible à certaines périodes
  - ▶ Faire face aux conséquences: assurance, emprunts, épargne, recherche d'autres sources de revenus, etc.
  - ▶ Une meilleure gestion du risque  $\Rightarrow$  une plus grande disposition à prendre des risques
  - ▶ Que se passe-t-il si les marchés financiers sont contraints?
- ▶ **Lissage ex ante**
  - ▶ Essayer de prévenir la volatilité du revenu: comment?
  - ▶ La réduction de la variance peut se faire au détriment des niveaux de revenus

# Exemples de lissage ex ante pour les producteurs-ménages

- ▶ Agriculture
  - ▶ Attendre les résultats de la mousson avant de planter
  - ▶ Planter des cultures plus sûres mais moins rentables
  - ▶ Planter des variétés résistantes à la sécheresse
  - ▶ Ne pas appliquer d'engrais
  - ▶ Envoyer un membre de la famille migrer en ville

# Exemples de lissage ex ante pour les producteurs-ménages

- ▶ Agriculture
  - ▶ Attendre les résultats de la mousson avant de planter
  - ▶ Planter des cultures plus sûres mais moins rentables
  - ▶ Planter des variétés résistantes à la sécheresse
  - ▶ Ne pas appliquer d'engrais
  - ▶ Envoyer un membre de la famille migrer en ville
- ▶ Entreprises non agricoles
  - ▶ Ne pas lancer d'entreprises intensives en capital
  - ▶ Réinvestissement limité dans les entreprises
  - ▶ Diversifier les sources de revenus, manque de spécialisation
  - ▶ Ne pas adopter de nouveaux produits ou technologies



# Incertitude climatique et investissement agricole en Inde (Rosenzweig & Udry 2013 WP)

- ▶ Combinaison de données localisées sur les prévisions annuelles de mousson et de données de panel sur les investissements agricoles et la production en Inde
- ▶ Des prévisions précises augmentent significativement les investissements pendant la phase de plantation ; aucune réponse lorsque les prévisions ne sont pas précises
- ▶ Utilisation de zones à haute précision dans une stratégie IV pour tracer les profits potentiels sous différents investissements en fonction des précipitations réalisées
- ▶ Conclusion : le niveau d'investissement optimal pour maximiser les profits attendus est trois fois supérieur à la moyenne observée
- ▶ Les agriculteurs sous-investissent considérablement !
  - ▶ Améliorer la précision des prévisions et leur accessibilité augmenterait les investissements et les profits moyens, même si la variabilité des profits augmente également

# Risque et diversification des revenus (Banerjee & Duflo 2007)

**Table 6: How the poor earn their money: Occupation**

	Percent of Households that own land	Median Ares Of Land Owned	Percent of Households in which At Least One Member:				Percent of HHs That Receive Income From Multiple Sectors
			Is Self Employed In		Works for a Wage or Salary in		
			Agriculture	Other	Agriculture	Other	
Living on less than \$1 a day							
Rural							
Cote d'Ivoire	62.7%	300	37.2%	25.9%	52.4%	78.3%	72.1%
Guatemala	36.7%	29	64.4%	22.6%	31.4%	86.4%	83.8%
India - Udaipur	98.9%	60	98.4%	5.9%	8.5%	90.7%	94.0%
India - UP/Bihar		40	72.1%	40.2%	2.0%	18.9%	41.8%
Indonesia	49.6%	60	49.8%	36.6%	31.1%	34.3%	50.4%
Mexico	4.0%		4.9%	20.4%	2.8%	72.6%	13.2%
Nicaragua	50.4%	280	54.7%	11.6%	0.3%	42.8%	18.4%
Pakistan	30.4%	162	72.1%	35.5%	32.6%	50.8%	66.8%
Panama	85.1%	300	69.1%	17.7%	0.0%	0.0%	19.2%
Peru	65.5%	150	71.7%	25.2%			34.8%
South Africa	1.4%		0.0%	9.1%	27.9%	26.6%	0.4%
Tanzania	92.3%	182					
Timor Leste	95.2%	100	78.5%	12.0%			10.4%

- ▶ L'auto-emploi à petite échelle est très courant
  - ▶ Les revenus sont extrêmement diversifiés: manque de spécialisation
- ▶ Comment est-ce que cela protège contre le risque?

# Lissage ex post (Adhvaryu, Kala, & Nyshadham 2021)

**Table 4.** Does Household Enterprise Activity Respond to Coffee Price Fluctuations?

[Open in new tab](#)

	Household owns a business	Household owns a merchant business	Household owns a non-merchant business	1(Participation in non-farm self-employment)
	(1)	(2)	(3)	(4)
Price/SD(Price)	-0.0469***	-0.0388***	-0.0138	-0.0430***
	(0.00978)	(0.0122)	(0.0106)	(0.0109)
Fixed effects		Household, year, and month		
Observations	3,514	3,094	3,094	3,382
Number of households	975	846	846	919
Mean of dependent variable	0.386	0.263	0.242	0.414

Source: Authors' analysis based on data from the Kagera Health and Development Survey (KHDS) and the International Coffee Association.

TABLE 3—THE EFFECTS OF WEATHER ON THE DISTRICT LABOR FORCE SHARE OF EMPLOYMENT

	Agriculture share (1)	Manufacturing share (2)	Services share (3)	Construction share (4)	Unemployment share (5)
Daily average temperature (°C)	−0.0714 (0.0165)	0.0204 (0.00867)	0.0335 (0.00953)	0.0105 (0.00673)	0.00700 (0.00370)
Monsoon rainfall (100 mm)	−0.00369 (0.00241)	0.00137 (0.00115)	0.000943 (0.00172)	0.000414 (0.00126)	0.000967 (0.000507)
Fixed effects	District and year				
Other controls	Linear state-year time trends				
Average share	0.550	0.113	0.220	0.083	0.035
Observations	1,062	1,062	1,062	1,062	1,062

Risque et production des entreprises

Lissage des risques

**Assurance vs épargne**

Présentations de papiers

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

# Assurance comme stratégie de lissage ?

- ▶ L'assurance protège contre les « mauvais » états du monde
- ▶ Le revenu  $Y$  est soumis à une incertitude
- ▶ Les états possibles sont définis par  $s$
- ▶ À chaque période, probabilité  $\pi_s$  de l'état  $s$
- ▶ Le prix de l'assurance  $p_s$  est basé sur  $\pi_s$
- ▶ **Assurance parfaite** : obtenir exactement le même montant chaque période avec certitude
  - ▶ Rend le revenu indépendant de l'état du monde
  - ▶ Si le coût de l'assurance est *actuariellement équitable*, le revenu total après la prime d'assurance est  $E[Y]$  : aucun profit attendu pour l'assuré

## Exemple d'assurance parfaite

- ▶ Deux états possibles : le revenu dans les bons états est de \$100, mais 20% de chance d'un mauvais état avec un revenu de \$0
- ▶ Produit d'assurance :  $\pi_B = 0.2 \Rightarrow p_B = 0.2$  par unité d'assurance, verse 1 unité de revenu dans le mauvais état  $B$ 
  - ▶ Le profit attendu pour l'assureur est nul
- ▶ Quelle est l'assurance parfaite dans cette situation?

## Exemple d'assurance parfaite

- ▶ Deux états possibles : le revenu dans les bons états est de \$100, mais 20% de chance d'un mauvais état avec un revenu de \$0
- ▶ Produit d'assurance :  $\pi_B = 0.2 \Rightarrow p_B = 0.2$  par unité d'assurance, verse 1 unité de revenu dans le mauvais état  $B$ 
  - ▶ Le profit attendu pour l'assureur est nul
- ▶ Assurance parfaite : acheter 100 unités avec une prime de \$20 chaque période
  - ▶ Revenu total exactement identique chaque période : aucunincertitude
  - ▶ Actuariellement équitable : versement =  $E[Y]$

Période	1	2	3	4	5
Réalisation du revenu	100	0	100	100	100
Prime	-20	-20	-20	-20	-20
Versement	0	100	0	0	0
Revenu total	80	80	80	80	80



# Épargne vs assurance

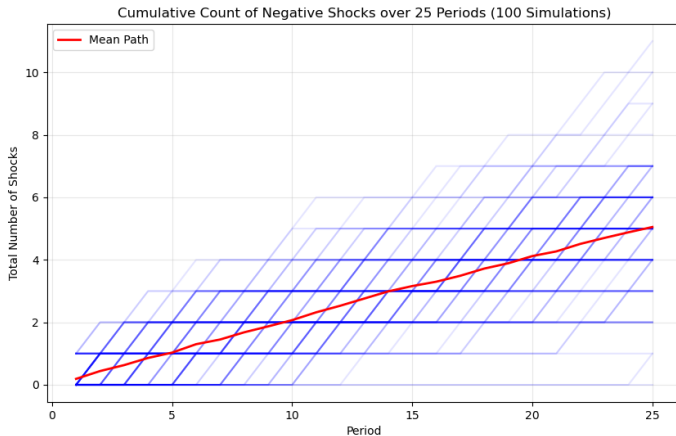
Deux formes de *lissage de la consommation*

- ▶ **Épargne**: égaliser la consommation en consommant moins dans les bons états du monde pour créer une réserve pour les mauvais états
  - ▶ Cette forme d'"auto-assurance" redistribue la consommation *dans le temps*
  - ▶ Doit supporter tout choc de mauvais état, mais peut réallouer ses impacts entre les périodes pour atténuer la perte d'utilité
  - ▶ Vulnérable aux mauvais états répétés
- ▶ L'**assurance** permet une redistribution *entre les états*
  - ▶ Pour les producteurs-ménages : les chocs n'ont pas d'impact sur la consommation (ou l'utilité)
  - ▶ Pas de vulnérabilité aux mauvais états répétés

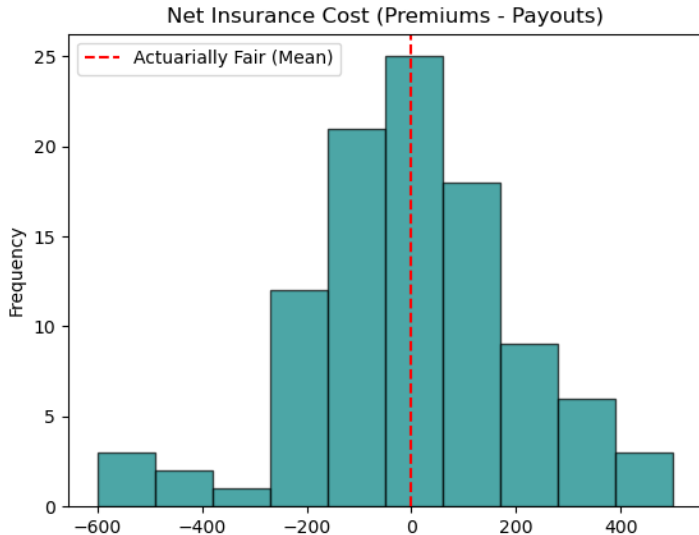
# Épargne vs assurance : simulations

- ▶ Soit un ménage gagnant 100 \$ par période ( $\pi_G = 0,8$ ) ou 0 \$ ( $\pi_B = 0,2$ )
- ▶ Situation 1 : assurance parfaite, prime de 20 \$ par période
- ▶ Situation 2 : épargne de précaution (buffer stock) de 20 \$ en cas d'état favorable, consommation jusqu'à 80 \$ du stock en cas de choc
- ▶ Simulation de 100 réalisations de consommation sur 25 périodes

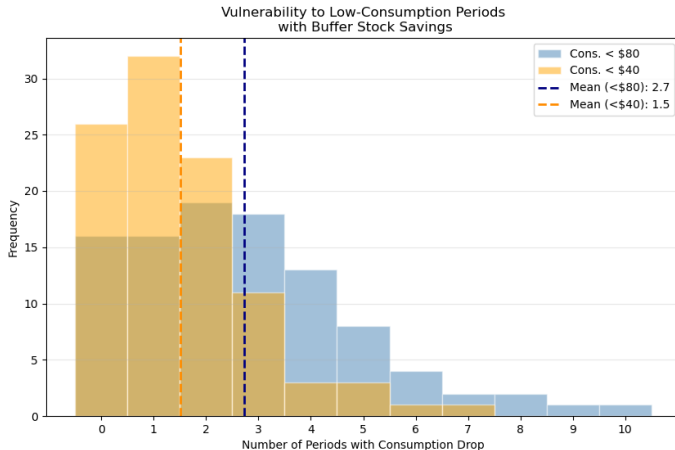
# Épargne vs assurance : risque idiosyncratique



# Épargne vs assurance : distribution du coût net de l'assurance



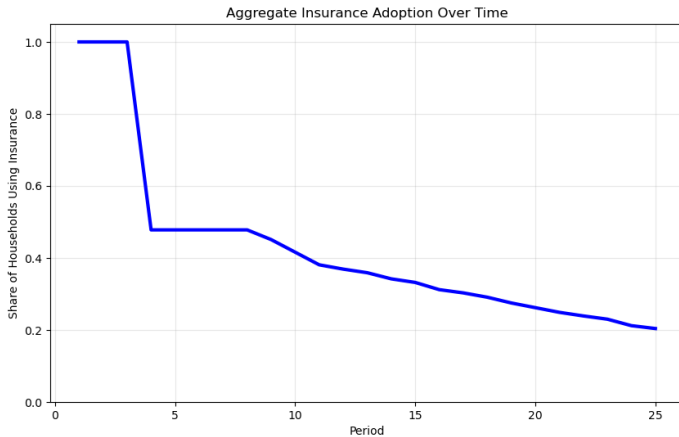
# Épargne vs assurance : vulnérabilité de l'épargne de précaution



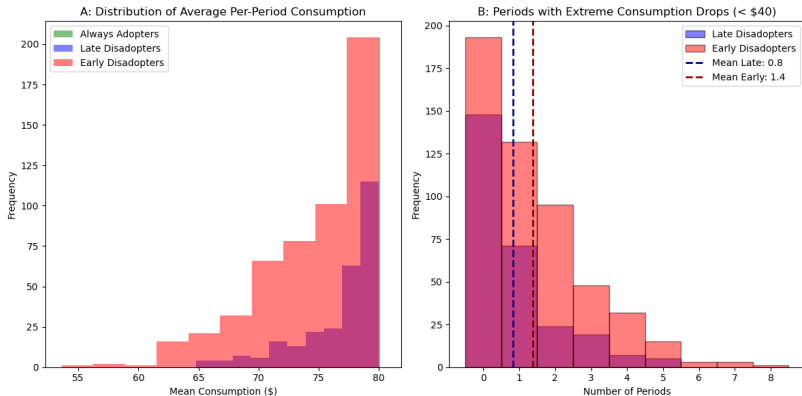
# Épargne vs assurance : réponses comportementales

- ▶ L'abandon de l'assurance est fréquent dans les pays en développement :
  - ▶ Biais de récence
  - ▶ Coût d'opportunité du paiement des primes
- ▶ Modèle comportemental de stratégies de lissage :
  1. Tous les ménages s'assurent au départ
  2. Aucun choc sur les 3 premières périodes  $\Rightarrow$  abandon, passage permanent à l'épargne
  3. Toute série de 8 périodes sans choc  $\Rightarrow$  abandon, passage permanent à l'épargne
  4. Pas de retour possible sur le marché de l'assurance
- ▶ 1000 simulations

# Épargne vs assurance : basculement comportemental



# Épargne vs assurance : réponses comportementales et consommation





# Épargne vs assurance : conclusions des simulations

- ▶ Assurance : transfert du risque entre les *états* ; lissage parfait au coût de la prime actuarielle
  - ▶ Importance de la mutualisation : nécessite des risques non corrélés pour atteindre un coût net moyen nul
- ▶ Épargne : transfert du risque dans le *temps* ; lissage vulnérable aux chocs précoces ou répétés
  - ▶ Risque de pauvreté extrême et d'insécurité alimentaire
- ▶ Réponses comportementales
  - ▶ Risque de désengagement rapide si l'assurance est jugée "inutile"
  - ▶ Recherche empirique : sous-assurance des événements à faible probabilité mais impact élevé
  - ▶ Chance vs stratégie : niveau de risque incertain  $\Rightarrow$  comment réagir à des réalisations positives?

## Contextes de développement: Peu d'assurances formelles (Banerjee & Duflo 2007)

**Table 11: Market for Insurance and the poor**  
Percent of Total Households with Insurance:

	<u>Any Type</u>	<u>Health</u>	<u>Life</u>
Living on less than \$1 a day			
Rural			
Cote d'Ivoire			
Guatemala			
India - Hyderabad			
India - Udaipur			3.8%
India - UP/Bihar	9.2%	4.7%	3.8%
Indonesia	6.0%	3.9%	0.0%
Mexico		50.7%	
Nicaragua	0.0%	5.5%	
Pakistan			
Panama		0.0%	0.0%
Papua New Guinea			
Peru		5.6%	0.0%
South Africa	5.4%		
Tanzania			

# Assurance communautaire

- ▶ Substitut à l'assurance formelle : les membres de la communauté s'assurent mutuellement
  - ▶ Risque de chocs de revenu est partagé
- ▶ Courant dans de nombreux contextes de développement
  - ▶ Townsend (1994): rejette l'idée d'une assurance complète dans les villages pauvres en Inde, mais trouve que la consommation des ménages suit la moyenne du village et ne subit pas entièrement les chocs idiosyncratiques
- ▶ Quelles limites?

# Assurance communautaire

- ▶ Substitut à l'assurance formelle : les membres de la communauté s'assurent mutuellement
  - ▶ Risque de chocs de revenu est partagé
- ▶ Courant dans de nombreux contextes de développement
  - ▶ Townsend (1994): rejette l'idée d'une assurance complète dans les villages pauvres en Inde, mais trouve que la consommation des ménages suit la moyenne du village et ne subit pas entièrement les chocs idiosyncratiques
- ▶ Quelles limites?
  - ▶ Chocs communs
  - ▶ Dépend des relations, de la réciprocité  $\Rightarrow$  défis d'exécution (engagement limité), exclusion possible de certains ménages, tensions sociales potentielles
  - ▶ Les transferts peuvent être faibles et insuffisants pour protéger complètement contre les pertes de revenus
  - ▶ Aléa moral: prise de risques potentielle (effort non observable)
  - ▶ Revenu caché: éviter les taxes sociales/familiales (revenu non observable)

Risque et production des entreprises

Lissage des risques

Assurance vs épargne

**Présentations de papiers**

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

Risque et production des entreprises

Lissage des risques

Assurance vs épargne

Présentations de papiers

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

## Karlan et al (2014) : Le risque influence-t-il l'investissement agricole?

- ▶ Considérons des producteurs-ménages avec une production  $F(L, K; A)$
- ▶ Même si  $\partial F / \partial K$  est élevé, le risque peut empêcher des investissements importants en production
- ▶ Pourquoi? Pourquoi particulièrement dans l'agriculture?

# Karlan et al (2014) : Le risque influence-t-il l'investissement agricole?

- ▶ Considérons des producteurs-ménages avec une production  $F(L, K; A)$
- ▶ Même si  $\partial F / \partial K$  est élevé, le risque peut empêcher des investissements importants en production
- ▶ Pourquoi? Pourquoi particulièrement dans l'agriculture?
  - ▶ Les ménages veulent éviter une consommation très faible si un investissement risqué échoue
  - ▶ L'assurance communautaire échoue probablement dans l'agriculture en raison de la corrélation des risques agricoles
- ▶ Si nous voulons comprendre le rôle du risque dans l'investissement, l'agriculture offre certains avantages majeurs
  - ▶ Nous pouvons facilement mesurer une partie importante et exogène de ce risque : les conditions météorologiques
  - ▶ Nous pouvons concevoir un produit d'assurance qui couvre ce risque: assurance indicielle



# Pourquoi cela est-il important?

- ▶ Politique: investissements importants de la communauté d'aide dans le crédit rural et l'assurance
- ▶ Académique: nombreuses questions sur la (généralement) faible demande pour les produits d'assurance indicielles
  - ▶ **Assurance indicieille**: le versement est basé sur un seuil observable prédéterminé (par exemple, le niveau de précipitation), plutôt que sur les pertes individuelles
- ▶ L'assurance devrait être très précieuse pour l'agriculture pluviale, mais la demande est généralement très faible
  - ▶ Ces produits sont-ils mal conçus?
  - ▶ Les agriculteurs commettent-ils une erreur, peut-être en raison d'un manque de littératie financière ou de biais de récence?
  - ▶ Ou existe-t-il une autre contrainte empêchant les agriculteurs de bénéficier de l'assurance?

# Modèle: les réponses optimales à l'assurance ne sont pas si évidentes

Configuration simple:

- ▶ Les ménages agricoles commencent avec une dotation  $Y$  et vivent 2 périodes. En période 1, ils choisissent :
  1. un intrant risqué  $x_r$
  2. un intrant de couverture  $x_h$
  3. un actif sans risque  $a$  avec rendement  $R = 1/\beta$  en période 2
- ▶ En période 2, les agriculteurs produisent  $f_s(x_r, x_h)$ , qui équivaut à :
  1.  $A_G f(x_r)$  dans l'état  $G$
  2.  $A_B f(x_h)$  dans l'état  $B$ ;  $A_B < A_G$
- ▶ Anticipation de l'expérience (RCT):
  - ▶ Les agriculteurs reçoivent une subvention en espèces  $k$  en période 1
  - ▶ Les agriculteurs reçoivent un versement conditionné à l'état  $k_s$  dans l'état  $s$  en période 2
- ▶ Les unités sont normalisées de sorte que les prix des intrants soient de 1

# Les agriculteurs résolvent

$$\max_{\{a, x_r, x_h\}} u(c^0) + \beta \sum_{s \in S} \pi_s u(c_s^1)$$

$$c^0 = Y - x_r - x_h - a + k$$

- ▶ Avec assurance parfaite,  $c_G^1 = c_B^1 = c^1$

$$c^1 = \sum_{s \in S} \pi_s (f_s(x_r, x_h) + k_s) + Ra$$

- ▶ CPOs sans contraintes de crédit

# Les agriculteurs résolvent

$$\max_{\{a, x_r, x_h\}} u(c^0) + \beta \sum_{s \in S} \pi_s u(c_s^1)$$

$$c^0 = Y - x_r - x_h - a + k$$

- ▶ Avec assurance parfaite,  $c_G^1 = c_B^1 = c^1$

$$c^1 = \sum_{s \in S} \pi_s (f_s(x_r, x_h) + k_s) + Ra$$

- ▶ CPOs sans contraintes de crédit

$$u'(c^0) = u'(c^1)$$

$$u'(c^0) = \beta \pi_G u'(c^1) A_G f'(x_r) = \beta \pi_B u'(c^1) A_B f'(x_h)$$

$$\Rightarrow \pi_G A_G f'(x_r) = 1/\beta = R = \pi_B A_B f'(x_h)$$

## Supposons le risque mutualisé, mais des contraintes de crédit

- ▶ Supposons qu'il soit impossible d'emprunter :  $a \geq 0$
- ▶ Si la contrainte s'applique,  $a = 0$  et  $u'(c^0) > u'(c^1)$
- ▶ CPOs pour  $x_h, x_r$  restent les mêmes
- ▶ Quel effet d'une subvention en espèces initiale  $k$  ?

$$\begin{aligned} u'(c^0) &= \beta \pi_G u'(c^1) A_G f'(x_r) = \beta \pi_B u'(c^1) A_B f'(x_h) \\ \frac{\partial u'(c^0)}{\partial k} &< 0 \Rightarrow \\ \beta \pi_G A_G \frac{\partial u'(c^1) f'(x_r)}{\partial k} &= \beta \pi_B A_B \frac{\partial u'(c^1) f'(x_h)}{\partial k} < 0 \\ &\Rightarrow \frac{\partial x_r}{\partial k} \text{ et } \frac{\partial x_h}{\partial k} > 0 \end{aligned}$$

Comment expliquer ce résultat?

# Lissage dans le temps et entre les états : effets surprenants de l'assurance

- ▶ Quel est l'effet de l'assurance ( $\uparrow k_B$ ) dans ce contexte ?
- ▶  $\uparrow k_B \Rightarrow u'(c^1) \downarrow$ 
  - ▶ Grâce à l'assurance parfaite,  $u'(c^1) = u'(c_B^1) = u'(c_G^1)$  donc l'utilité marginale (MU) diminue dans tous les états du monde
- ▶ Cependant,  $u'(c^0) = \beta\pi_G u'(c^1)A_G f'(x_r) = \beta\pi_B u'(c^1)A_B f'(x_h) \Rightarrow u'(c^0) \downarrow$
- ▶ Lorsque  $a = 0$ ,  $\downarrow u'(c^0) \Rightarrow x_r, x_h \downarrow$
- ▶ Lorsque les contraintes de crédit s'appliquent, l'assurance *réduit* l'investissement
- ▶ Comment expliquer ce résultat?

## Que se passe-t-il en cas d'assurance imparfaite ?

- Pour simplifier, supposons maintenant que les marchés du crédit sont parfaits mais qu'il n'y a *aucune* assurance
- Nous avons  $c_s^1 = f_s(x_r, x_h) + k_s + Ra$
- Cela implique que le problème de l'agriculteur est

$$\begin{aligned} & \max_{x_r, x_h, a} u(c^0) + \beta \sum_{s \in S} \pi_s u(c_s^1) \\ & \max_{x_r, x_h, a} u(Y - x_r - x_h - a + k) + \beta(\pi_G u(A_G f(x_r) + Ra)) \\ & \quad + \beta(\pi_B u(A_B f(x_h) + k_b + Ra)) \\ & \frac{\partial}{\partial x_r} : u'(c^0) = \beta \pi_G A_G f'(x_r) u'(c_G^1) \\ & \frac{\partial}{\partial x_h} : u'(c^0) = \beta \pi_B A_B f'(x_h) u'(c_B^1) \\ & \frac{\partial}{\partial a} : u'(c^0) = \pi_G u'(c_G^1) + \pi_B u'(c_B^1) \end{aligned}$$

$$\pi_G u'(c_G^1) + \pi_B u'(c_B^1) = \beta \pi_G A_G f'(x_r) u'(c_G^1)$$

$$\pi_B u'(c_B^1) = \pi_G u'(c_G^1) \left( \frac{1}{R} A_G f'(x_r) - 1 \right)$$

$$\frac{\pi_B u'(c_B^1)}{\pi_G u'(c_G^1)} = \frac{1}{R} A_G f'(x_r) - 1$$

$$R \left[ \frac{\pi_B u'(c_B^1)}{\pi_G u'(c_G^1)} + 1 \right] = A_G f'(x_r)$$

$$R \left[ \frac{\pi_G u'(c_G^1)}{\pi_B u'(c_B^1)} + 1 \right] = A_B f'(x_h)$$



# Comprendre la solution

$$R \left[ \frac{\pi_B u'(c_B^1)}{\pi_G u'(c_G^1)} + 1 \right] = A_G f'(x_r)$$
$$R \left[ \frac{\pi_G u'(c_G^1)}{\pi_B u'(c_B^1)} + 1 \right] = A_B f'(x_h)$$

- Sans assurance,  $u'(c_G^1) < u'(c_B^1)$  et  $\pi_G + \pi_B = 1$ , ce qui implique que

$$\pi_G A_G f'(x_r) = R \left[ \frac{\pi_B u'(c_B^1)}{u'(c_G^1)} + \pi_G \right] > R > \pi_B A_B f'(x_h)$$

- Les agriculteurs surinvestissent dans les intrants de couverture par rapport au cas des marchés complets, où nous avons

$$\pi_G A_G f'(x_r) = R = \pi_B A_B f'(x_h)$$

## Et les réponses des agriculteurs aux subventions ou à l'assurance?

- ▶ Sans assurance, ils essaient d'équilibrer l'utilité aujourd'hui, une chance d'un état futur à forte utilité et une chance d'un état futur à faible utilité
- ▶ Une augmentation de  $k_b$  augmente  $c_B^1$ , donc il est nécessaire de transférer l'utilité vers  $c^0$  et  $c_G^1 \Rightarrow x_h \downarrow, x_r \uparrow$
- ▶ Une augmentation de  $k$  augmente  $c^0$ , mais l'effet dépend des hypothèses sur la fonction d'utilité (aversion absolue au risque)
  - ▶ Par exemple, avec DARA  $\frac{u''(c_B^1)}{u'(c_B^1)} < \frac{u''(c^0)}{u'(c^0)} < \frac{u''(c_G^1)}{u'(c_G^1)}$
  - ▶  $\uparrow k \Rightarrow \uparrow a$  et donc une augmentation de la consommation dans les deux états en période 1; équilibrer les utilités marginales avec DARA implique alors  $x_h \downarrow, x_r \uparrow$

TABLE I  
SUMMARY OF IMPLICATIONS OF MARKET IMPERFECTIONS

Market environment			Predicted change in investment					
Perfect capital markets	Perfect risk markets	Capital grant treatment only		Insurance grant treatment only		Capital & insurance grant treatment		
		Risky asset	Hedging asset	Risky asset	Hedging asset	Risky asset	Hedging asset	
1	Yes	Yes	0	0	0	0	0	0
2	No	Yes	++	++	—	—	+ <sup>a</sup>	+ <sup>b</sup>
3	Yes	No	+ <sup>c</sup>	— <sup>d</sup>	++	— —	++	— —
4	No	No	+	+	—	—	+	+

*Notes.* <sup>a</sup>The model prediction is ambiguous, but in practice in our experiment the expected value of the insurance treatment was considerably smaller than the value of the cash grant, thus the net predicted effect in our setting is positive. <sup>b</sup>The model prediction is ambiguous, but in practice in our experiment the expected value of the insurance treatment was considerably smaller than the value of the cash grant, thus the net predicted effect in our setting is positive. <sup>c</sup>Small and positive via wealth effect, if DARA; zero if CARA. <sup>d</sup>Small and negative via wealth effect, if DARA; zero if CARA.

Risque et production des entreprises

Lissage des risques

Assurance vs épargne

Présentations de papiers

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

## Deux questions abordées dans cet article

1. Quels sont les rendements du capital pour les agriculteurs ?
  2. Quels sont les rendements de l'assurance ?
- ▶ Conduit à un design expérimental simple : allocation aléatoire de
    - ▶ Subvention en especes
    - ▶ Assurance indicielle
    - ▶ Les deux
  - ▶ Remarque : cadre d'échantillonnage complexe, changements dans le produit d'assurance au fil du temps, discutés en détail dans l'article

# Les agriculteurs souhaitent-ils une assurance ?

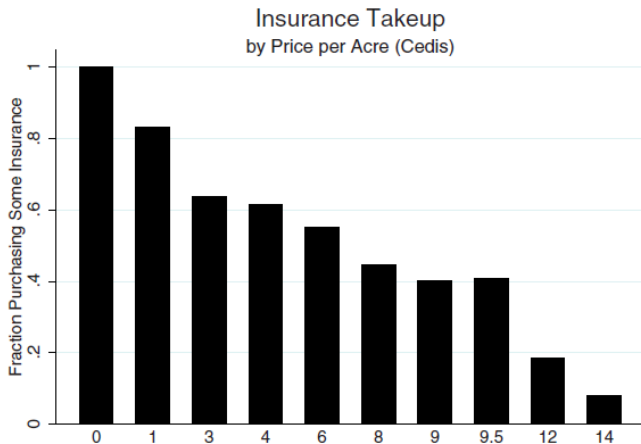
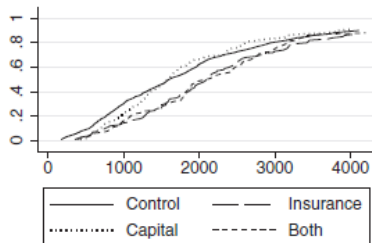


FIGURE II

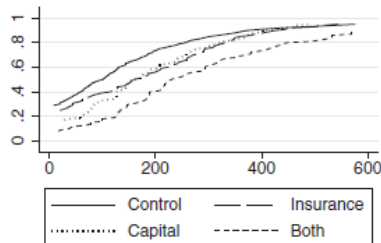
Adoption plus élevée que dans d'autres contextes : 40-50% pour une assurance actuariellement équitable

# Effets des traitements

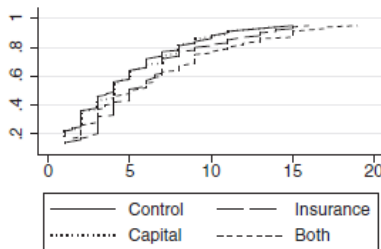
CDF of Total Costs



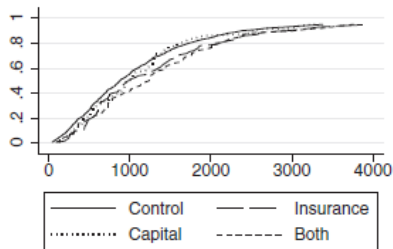
CDF of Chemicals



CDF of Cultivated Acres



CDF of Harvest Value



# Quantifier les réponses des agriculteurs

TABLE IV  
IMPACT ON INVESTMENT AND HARVEST (INSTRUMENTAL VARIABLES)

Dependent variable:	(1) Land preparation costs	(2) # of Acres cultivated	(3) Value of chemicals used	(4) Wages paid to hired labor	(5) Opportunity cost of family labor	(6) Total costs	(7) Value of harvest
Insured	25.53** (12.064)	1.02** (0.420)	37.90** (14.854)	83.54 (59.623)	98.16 (84.349)	266.15** (134.229)	104.27 (81.198)
Insured * capital grant treatment	15.77 (13.040)	0.26 (0.445)	66.44*** (15.674)	39.76 (65.040)	-52.65 (86.100)	72.14 (138.640)	129.24 (81.389)
Capital grant treatment	15.36 (13.361)	0.09 (0.480)	55.63*** (17.274)	75.61 (68.914)	-130.56 (92.217)	2.44 (148.553)	64.82 (89.764)
Constant	169.38*** (10.603)	8.12*** (0.399)	171.70*** (13.804)	201.88*** (45.383)	1,394.58*** (84.786)	2,033.11*** (124.294)	1,417.52*** (90.635)
Observations	2,320	2,320	2,320	2,320	2,320	2,320	2,320
R-squared	0.017	0.143	0.041	0.005	0.006	0.009	0.012
Mean for control	189.1	5.921	158.3	327.9	1,302	2,058	1,177
Chi <sup>2</sup> test of insured and insured + capital grant treatment	8.889	7.125	36.15	3.136	0.239	5.091	6.618
p-value	.003	.008	.000	.077	.625	.024	.010



# Interpréter les réponses des agriculteurs

- ▶ Effets limités des subventions en espèces seules par rapport à l'assurance seule ou les deux
  - ▶ N'augmente que les intrants chimiques
- ▶ Effets similaires de l'assurance seule et assurance + subventions
  - ▶ Augmente la superficie cultivée : intrant risqué ?
  - ▶ Le traitement combiné a un impact supplémentaire sur l'utilisation d'intrants chimiques
- ▶ Les contraintes de liquidité ne sont pas aussi fortes que supposé (dans ce contexte)
  - ▶ « Lorsque les agriculteurs reçoivent une assurance contre le principal risque catastrophique auquel ils font face, ils trouvent des ressources pour augmenter les dépenses sur leurs exploitations. »

# Investissements risqués ?

- Si le risque est une faible pluviométrie et que l'assurance permet des investissements risqués, ceux-ci devraient être particulièrement rentables en cas de fortes pluies

TABLE V  
REALLOCATION OF INVESTMENTS (INSTRUMENTAL VARIABLES)

Dependent variable:	(1) Value of harvest	(2) Proportion of land planted with maize	(3) Average weekly orchard income	(4) Household has nonfarm income generating activity (binary)	(5) # of HH members working in nonfarm income generating activity	(6) Average weekly enterprise income
Insured	-1,069.13* (596.208)	0.09*** (0.031)	-1.59* (0.876)	-0.06* (0.033)	-0.11* (0.061)	-8.64 (7.151)
Insured * capital grant treatment	1,324.48 (821.152)	0.04 (0.029)	0.65 (0.776)	0.07** (0.033)	0.16** (0.062)	3.77 (9.126)
Capital grant treatment	-879.77 (642.233)	0.12*** (0.034)	-0.19 (0.926)	-0.04 (0.038)	-0.08 (0.066)	-2.83 (4.530)
Insured * total rainfall	156.82** (76.291)					
Insured * capital grant treatment * total rainfall	-155.36 (105.649)					
Capital grant treatment * total rainfall	124.95 (83.589)					
Total rainfall (hundreds of millimeters)	2,247.39*** (624.545)					
Total rainfall squared	-146.65*** (40.970)					
Constant	-7,154.76*** (2,375.086)	0.23*** (0.016)	2.42*** (0.613)	0.17*** (0.027)	0.22*** (0.038)	5.79 (4.363)
Observations	2,320	2,782	2,316	2,320	2,320	2,350
R-squared	0.021	0.090	0.001	0.007	0.010	0.007
Chi <sup>2</sup> test of joint effect of insurance and insurance+capital	0.138	15.52	0.906	0.132	0.388	0.449
p-value	.710	8.16e-05	.341	.717	.534	.503
Mean for control	1177	0.309	2.587	0.261	0.405	6.604

TABLE VI  
INCOME AND HOUSEHOLD WELFARE (INSTRUMENTAL VARIABLES)

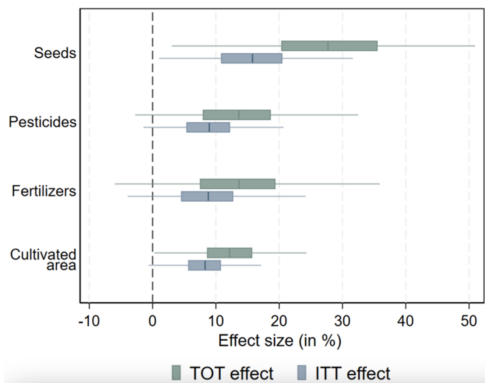
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Dependent variable:	Total farm revenue (inc. insurance payouts, net of premiums)	Postharvest assets (livestock + grain)	Household reports having missed a meal in past 12 months (binary)	Total expenditure in 12 months	Utility expenses in past 12 months	School expenses in past 12 months	Borrowed in past 12 months from any source (binary)
Insured	294.98*** (82.991)	530.74** (230.839)	-0.08** (0.033)	46.39 (58.767)	0.36 (7.102)	-0.71 (15.872)	-0.00 (0.025)
Insured * capital grant treatment	109.13 (84.446)	310.66 (229.150)	-0.03 (0.030)	2.44 (58.568)	19.96** (8.444)	25.83 (16.111)	-0.13*** (0.033)
Capital grant treatment	66.93 (90.585)	606.12** (266.636)	-0.08** (0.037)	7.14 (61.540)	10.30 (8.268)	24.04 (18.841)	-0.06 (0.040)
Constant	1,386.17*** (91.209)	1,782.29*** (223.471)	0.37*** (0.035)	470.10*** (43.073)	37.72*** (5.768)	107.94*** (12.632)	0.46*** (0.035)
Observations	2,320	2,265	2,304	2,316	2,316	1,940	3,756
R-squared	0.023	0.007	0.013	0.015	0.060	0.032	0.203
Chi <sup>2</sup> test of joint effect of insurance and insurance + capital	17.97	10.68	9.830	0.581	5.192	1.984	13.39
p-value	0.0000225	0.00108	0.00172	0.446	0.0227	0.159	0.000253
Mean for Control	1,179	1,756	0.229	585.6	41.93	115.2	0.313

## Bilan : plusieurs leçons utiles

1. Limitation : pas de véritable intrant de couverture dans les données
  - ▶ Aurait été utile pour tester le modèle (non inclus dans version publiée)
2. Effet des subventions en espèces limité, mais augmente les achats d'intrants
  - ▶ Similaire à une série d'études sur les impacts du crédit rural
3. Peu d'impact supplémentaire de cash + assurance
  - ▶ Suggère que les contraintes de crédit peuvent ne pas être si importantes pour ces ménages
4. L'absence d'assurance contraint clairement ces agriculteurs
  - ▶ L'accès augmente l'investissement

# Meta-analyse récente (Castaing & Gazeaud 2025)

Figure 2: The average effect of index insurance on production decisions across settings



- ▶ Augmentation significative des investissements à travers 8 RCTs
- ▶ Variation des effets de traitement : intervalles de prédictions d'effets pour un nouveau contexte dépassent largement 0

Risque et production des entreprises

Lissage des risques

Assurance vs épargne

Présentations de papiers

Modèle de Karlan et al (2014)

Analyse empirique de Karlan et al. (2014)

Adoption de l'assurance

# Pourquoi l'adoption de l'assurance climatique est-elle faible?

- ▶ Nombreuses études montrant une faible adoption des produits d'assurance et étudiant les facteurs potentiels
  - ▶ Contraintes de liquidité, manque de littératie financière, biais présentiste, manque de confiance
  - ▶ Mais l'adoption reste faible même lorsque ces obstacles sont levés dans des contextes expérimentaux (Bridle et al. 2018)
- ▶ Karlan et al. (2014) montrent une demande plus élevée que d'autres études et des avantages clairs à fournir une assurance, mais une demande limitée à un prix actuariellement équitable
- ▶ Ils montrent également que l'utilisation continue ou l'abandon dépend fortement de la réception de paiements
  - ▶ Défi d'adoption pour les technologies qui révèlent leurs avantages de manière peu fréquente
  - ▶ Lié à une littérature plus large sur les effets de l'expérience sur la prise de décision

## Effet des paiements: Cai, de Janvry, & Sadoulet (2020)

- ▶ RCT sur l'assurance climatique auprès des ménages producteurs de riz en Chine
- ▶ Randomisation croisée de programme d'éducation et de subventions à l'assurance
- ▶ Analyse de l'adoption de l'assurance 2-4 ans plus tard
- ▶ Constat: « seule une expérience positive avec l'assurance (réception de paiements) augmente la demande, et en général cet effet ne persiste pas dans le temps. »
- ▶ L'effet des paiements conduit à une adoption persistante uniquement avec le programme éducatif; les autres ménages «mettent continuellement à jour leurs décisions d'adoption en fonction des expériences récentes »
- ▶ Preuves que « la nature stochastique des paiements et le faible niveau de littératie financière » sont des raisons clés de la faible adoption par les agriculteurs



## L'expérience compte pour d'autres technologies réduisant les risques: Boucher et al. (2024)

- ▶ RCT au Kenya et au Mozambique: communautés assignées à un groupe témoin, des semences tolérantes à la sécheresse (DT), ou DT + assurance indicielle basée sur satellite
- ▶ Le traitement DT protège contre la sécheresse, atténue les baisses de productivité
- ▶ Le regroupement avec l'assurance indicielle a un impact significatif supplémentaire
- ▶ L'expérience des agriculteurs est importante:
  - ▶ Sécheresse  $\Rightarrow$  bénéfice des traitements  $\Rightarrow$  investissements agricoles  $\uparrow$  au-delà des niveaux d'avant le choc
  - ▶ Pas de sécheresse  $\uparrow$  probabilité d'abandonner les technologies

# Réduire le risque de base:

## Feed the Future Innovation Lab for MMR 2025

- ▶ L'assurance indicielle évite le coût élevé de la vérification des pertes individuelles
- ▶ **Risque de base:** possibilité que les agriculteurs subissent une perte qui devrait être couverte mais qui n'est pas captée par l'indice
  - ▶ Aggrave le bien-être des ménages assurés, réduit la confiance
- ▶ Réponse potentielle: *règle d'audit* activée lorsque les agriculteurs estiment que l'indice a échoué
  - ▶ Vérification formelle des conditions pour voir si elles atteignent le seuil de paiement, paiement émis si oui
  - ▶ Nécessite une réflexion sur quand déclencher un audit, comment tester les conditions hors de la procédure indicielle normale
  - ▶ Ne diminue pas l'importance d'un indice précis
- ▶ Arbitrages :
  - ▶ Augmentera les coûts pour l'assureur ⇒ nécessitera des primes plus élevées
  - ▶ Peut augmenter la confiance et l'adoption

# Conclusions

- ▶ Avantages de la fourniture d'assurance pour l'investissement agricole, la production et la résilience
- ▶ Mais adoption limitée des produits d'assurance
- ▶ Leçons pour la conception des produits
  - ▶ Subventions
  - ▶ Éducation
  - ▶ Expérience
  - ▶ Réduction du risque de base
- ▶ Rôle des autres échecs de marché?
- ▶ Rôle des autres mécanismes comportementaux?