Assurance revenu en agriculture

B. Bouchard

CEREMADE

16 mars 2010

Outline

Outline

Outline

Outline

1. Cadre de l'étude

2. Problématique générale
   - Risque de revenu
   - Rappels sur les notions de couverture de risques
   - Application à l'assurance revenu

3. Ebauches de solutions
   - Couverture du payoff moyen
   - Tarification par critère de risque

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée
    - Premiers produits d'assurance sur les rendements lancés en 2005 en France.
    - Forte subvention à la prime.

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée
    - Premiers produits d'assurance sur les rendements lancés en 2005 en France.
    - Forte subvention à la prime.
    - Incitation forte à la création de produits d'assurance revenu.

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée
    - Premiers produits d'assurance sur les rendements lancés en 2005 en France.
    - Forte subvention à la prime.
    - Incitation forte à la création de produits d'assurance revenu.
- Cadre de l'étude : Initiative de recherche Dauphine-Pacifica-IEF

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée
    - Premiers produits d'assurance sur les rendements lancés en 2005 en France.
    - Forte subvention à la prime.
    - Incitation forte à la création de produits d'assurance revenu.
- Cadre de l'étude : Initiative de recherche Dauphine-Pacifica-IEF
  - Deux universitaires, un étudiant en thèse, deux étudiants en stage de recherche appliquée, cinq membres de Pacifica.

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée
    - ★ Premiers produits d'assurance sur les rendements lancés en 2005 en France.
    - ★ Forte subvention à la prime.
    - ★ Incitation forte à la création de produits d'assurance revenu.
- Cadre de l'étude : Initiative de recherche Dauphine-Pacifica-IEF
  - Deux universitaires, un étudiant en thèse, deux étudiants en stage de recherche appliquée, cinq membres de Pacifica.
  - Elaborer des produits de couverture revenu.

Origine de l'assurance revenu

- Politiques antérieures
  - Soutien des prix au travers de la PAC.
  - Fonds d'indemnisation conséquents en cas de phénomènes climatiques inhabituels.
- Politique actuelle
  - Fin du soutien aux prix.
  - Réduction continue des fonds d'indemnisation.
  - Incitation forte à recourir à l'assurance privée
    - Premiers produits d'assurance sur les rendements lancés en 2005 en France.
    - Forte subvention à la prime.
    - Incitation forte à la création de produits d'assurance revenu.
- Cadre de l'étude : Initiative de recherche Dauphine-Pacifica-IEF
  - Deux universitaires, un étudiant en thèse, deux étudiants en stage de recherche appliquée, cinq membres de Pacifica.
  - Elaborer des produits de couverture revenu.
  - En analyser les risques.

Outline

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).

Risque de revenu

- R^n_T : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).

- S : surface cultivée (en hectares).

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).

- S : surface cultivée (en hectares).

- P_T : prix de vente de la tonne en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).

- S : surface cultivée (en hectares).

- P_T : prix de vente de la tonne en T.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.

- S : surface cultivée (en hectares).

- P_T : prix de vente de la tonne en T.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R^n_T : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.
  - Accident matériel/sanitaire.
- S : surface cultivée (en hectares).
- P_T : prix de vente de la tonne en T.

$\Rightarrow Rev^n_T = S \times R^n_T \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.
  - Accident matériel/sanitaire.
  - Diligence de l'agriculteur.
- S : surface cultivée (en hectares).

- P_T : prix de vente de la tonne en T.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.
  - Accident matériel/sanitaire.
  - Diligence de l'agriculteur.
- S : surface cultivée (en hectares).
  - Vérifiable et bien définie.
- P_T : prix de vente de la tonne en T.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.
  - Accident matériel/sanitaire.
  - Diligence de l'agriculteur.
- S : surface cultivée (en hectares).
  - Vérifiable et bien définie.
  - Sauf pour le fourrage...
- P_T : prix de vente de la tonne en T.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.
  - Accident matériel/sanitaire.
  - Diligence de l'agriculteur.
- S : surface cultivée (en hectares).
  - Vérifiable et bien définie.
  - Sauf pour le fourrage...
- P_T : prix de vente de la tonne en T.
  - Systémique ou pas.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Risque de revenu

- R_T^n : rendement de la récolte en T de l'agriculteur n (en tonnes/hectare).
  - Conditions climatiques.
  - Accident matériel/sanitaire.
  - Diligence de l'agriculteur.
- S : surface cultivée (en hectares).
  - Vérifiable et bien définie.
  - Sauf pour le fourrage...
- P_T : prix de vente de la tonne en T.
  - Systémique ou pas.

$\Rightarrow Rev_T^n = S \times R_T^n \times P_T$: valeur de la production effective en T.

Objectif : garantir un niveau minimal K, i.e. couvrir $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1}\sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\mathrm{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\mathrm{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

b Valeur de réplication (finance de marché)

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\mathrm{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

b Valeur de réplication (finance de marché)

- Un risque ne dépendant que d'un marché financier liquide : C_T.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\mathrm{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

b Valeur de réplication (finance de marché)

- Un risque ne dépendant que d'un marché financier liquide : C_T.
- Couverture : stratégie d'investissement financier ϕ telle que $V_T^\phi = C_T$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1}\sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\text{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

b Valeur de réplication (finance de marché)

- Un risque ne dépendant que d'un marché financier liquide : C_T.
- Couverture : stratégie d'investissement financier ϕ telle que $V_T^{\phi} = C_T$.
- Richesse initiale nécessaire : $V_0^{\phi} = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[C_T]$ où $\mathbb{Q}$ donne des poids *déformés* aux évènements.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\text{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

b Valeur de réplication (finance de marché)

- Un risque ne dépendant que d'un marché financier liquide : C_T.
- Couverture : stratégie d'investissement financier ϕ telle que $V_T^{\phi} = C_T$.
- Richesse initiale nécessaire : $V_0^{\phi} = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[C_T]$ où $\mathbb{Q}$ donne des poids *déformés* aux évènements.
- Valorisation : $\text{prix} = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- N risques indépendants, de même loi et d'horizon T : C_T^n, $n \leq N$.
- Loi des grands nombres : $N^{-1} \sum_{n=1}^{N} C_T^n \to \mathbb{E}[C_T]$ quand N devient grand.
- Couverture par mutualisation : Mettre de côté $N\mathbb{E}[C_T]$.
- Gain en moyen en T : $(N\mathbb{E}[C_T] - \sum_{n=1}^{N} C_T^n)/N \simeq 0$.
- Tarification : $\mathrm{prix} = \mathbb{E}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....

b Valeur de réplication (finance de marché)

- Un risque ne dépendant que d'un marché financier liquide : C_T.
- Couverture : stratégie d'investissement financier ϕ telle que $V_T^\phi = C_T$.
- Richesse initiale nécessaire : $V_0^\phi = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[C_T]$ où $\mathbb{Q}$ donne des poids *déformés* aux évènements.
- Valorisation : $\mathrm{prix} = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[C_T]$ + marge de sécurité + frais de gestion....
- Pas de mutualisation mais une couverture parfaite !

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- Risques indépendants et diversifiables.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- Risques indépendants et diversifiables.
- Couverture par moyennisation.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- Risques indépendants et diversifiables.
- Couverture par moyennisation.
- Tarification : $\text{prix} \simeq \mathbb{E}[C_T]$.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- Risques indépendants et diversifiables.
- Couverture par moyennisation.
- Tarification : $\text{prix} \simeq \mathbb{E}[C_T]$.

b Valeur de réplication (finance de marché)

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)
- Risques indépendants et diversifiables.
- Couverture par moyennisation.
- Tarification : $\text{prix} \simeq \mathbb{E}[C_T]$.

b Valeur de réplication (finance de marché)
- Risque sytémique non diversifiable mais dépendant d'un marché liquide.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)
- Risques indépendants et diversifiables.
- Couverture par moyennisation.
- Tarification : $\text{prix} \simeq \mathbb{E}[C_T]$.

b Valeur de réplication (finance de marché)
- Risque sytémique non diversifiable mais dépendant d'un marché liquide.
- Couverture par réplication en suivant une stratégie d'investissement financier adéquate.

Evaluation risque neutre vs actuarielle

a Valeur actuarielle (assurance)

- Risques indépendants et diversifiables.
- Couverture par moyennisation.
- Tarification : $\text{prix} \simeq \mathbb{E}[C_T]$.

b Valeur de réplication (finance de marché)

- Risque sytémique non diversifiable mais dépendant d'un marché liquide.
- Couverture par réplication en suivant une stratégie d'investissement financier adéquate.
- Tarification : $\text{prix} \simeq \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[C_T]$.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)
  - Supposons les rendements indépendants : R_T^n.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)

- Supposons les rendements indépendants : R_T^n.
- On peut couvrir $[K_R - R_T^n]^+$ par mutualisation.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)

- Supposons les rendements indépendants : R_T^n.
- On peut couvrir $[K_R - R_T^n]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)
   - Supposons les rendements indépendants : R^n_T.
   - On peut couvrir $[K_R - R^n_T]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)
   - Supposons qu'il existe une marché liquide de produits dérivés.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)
  - Supposons les rendements indépendants : R^n_T.
  - On peut couvrir $[K_R - R^n_T]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)
  - Supposons qu'il existe une marché liquide de produits dérivés.
  - On peut couvrir $[K_P - P_T]^+$ en investissant correctement sur le marché.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)
  - Supposons les rendements indépendants : R^n_T.
  - On peut couvrir $[K_R - R^n_T]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)
  - Supposons qu'il existe une marché liquide de produits dérivés.
  - On peut couvrir $[K_P - P_T]^+$ en investissant correctement sur le marché.

c Couverture du revenu (risque mixte)

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)

- Supposons les rendements indépendants : R_T^n.
- On peut couvrir $[K_R - R_T^n]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)

- Supposons qu'il existe une marché liquide de produits dérivés.
- On peut couvrir $[K_P - P_T]^+$ en investissant correctement sur le marché.

c Couverture du revenu (risque mixte)

- $[K - Rev_T^n]^+ = [K - S \times R_T^n \times P_T]^+$.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)
- Supposons les rendements indépendants : R_T^n.
- On peut couvrir $[K_R - R_T^n]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)
- Supposons qu'il existe une marché liquide de produits dérivés.
- On peut couvrir $[K_P - P_T]^+$ en investissant correctement sur le marché.

c Couverture du revenu (risque mixte)
- $[K - Rev_T^n]^+ = [K - S \times R_T^n \times P_T]^+$.
- Pas mutualisable car P_T est le même pour tout le monde.

Un produit composite

a Couverture du rendement (risque mutualisable mais pas couvrable sur le marché)
- Supposons les rendements indépendants : R^n_T.
- On peut couvrir $[K_R - R^n_T]^+$ par mutualisation.

b Couverture du prix de vente (risque couvrable sur le marché mais pas mutualisable)
- Supposons qu'il existe une marché liquide de produits dérivés.
- On peut couvrir $[K_P - P_T]^+$ en investissant correctement sur le marché.

c Couverture du revenu (risque mixte)
- $[K - Rev^n_T]^+ = [K - S \times R^n_T \times P_T]^+$.
- Pas mutualisable car P_T est le même pour tout le monde.
- Pas couvrable sur le marché financier car dépend du risque individuel R^n_T.

Outline

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payo moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \le T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payoff moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.
  - On calcule son prix de couverture : $\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payo moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.
  - On calcule son prix de couverture : $\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$.
- Couverture :

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payo□ moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.
  - On calcule son prix de couverture : $\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$.
- Couverture :
  - On suit une stratégie d'investissement ϕ telle que $V_T^{\phi} = N\tilde{G}_T$.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payo moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.
  - On calcule son prix de couverture : $\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$.
- Couverture :
  - On suit une stratégie d'investissement ϕ telle que $V_T^\phi = N\tilde{G}_T$.
  - On couvre le risque résiduel par mutualisation : $\left(V_T^\phi - \sum_{n \leq N} G_T^n\right)/N \simeq V_T^\phi/N - \tilde{G}_T = 0$ quand N devient grand.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payo moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.
  - On calcule son prix de couverture : $\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$.
- Couverture :
  - On suit une stratégie d'investissement ϕ telle que $V_T^\phi = N\tilde{G}_T$.
  - On couvre le risque résiduel par mutualisation : $\left(V_T^\phi - \sum_{n \leq N} G_T^n\right)/N \simeq V_T^\phi/N - \tilde{G}_T = 0$ quand N devient grand.
- Risques majeurs si la diversification entre rendements ne joue pas et les prix baisses fortement.

Couverture du payoff moyen

- Hypothèses :
  - On suppose que l'on connait la dépendance des rendements par rapport aux prix.
  - On suppose une diversification très bonne sur les rendements, conditionnellement aux prix.
- Tarification :
  - On évalue le payoff moyen : $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \le T]$ où $G_T := [K - S \times R_T \times P_T]^+$.
  - On calcule son prix de couverture : $\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$.
- Couverture :
  - On suit une stratégie d'investissement ϕ telle que $V_T^\phi = N\tilde{G}_T$.
  - On couvre le risque résiduel par mutualisation : $\left(V_T^\phi - \sum_{n \le N} G_T^n\right)/N \simeq V_T^\phi/N - \tilde{G}_T = 0$ quand N devient grand.
- Risques majeurs si la diversification entre rendements ne joue pas et les prix baisses fortement.
- Le marché financier (sur le prix ou les dérivés sur le prix du produit agricole) doit être suffisamment liquide et profond.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payoff associé à l'agriculteur n.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payoff associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \leq N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payoff associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \leq N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payo associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \leq N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.
- Tarification :

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payoff associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \leq N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.
- Tarification :
  - On fixe un niveau de risque maximal γ.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payo associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \leq N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.
- Tarification :
  - On fixe un niveau de risque maximal γ.
  - On cherche p_N minimal tel que $\min_\phi v(p_N, N, \phi) \leq \gamma$.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payo associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \le N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.
- Tarification :
  - On fixe un niveau de risque maximal γ.
  - On cherche p_N minimal tel que $\min_\phi v(p_N, N, \phi) \le \gamma$.
  - Tarification : p_N.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payo associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \le N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.
- Tarification :
  - On fixe un niveau de risque maximal γ.
  - On cherche p_N minimal tel que $\min_\phi v(p_N, N, \phi) \le \gamma$.
  - Tarification : p_N.
- Couverture : suivre la stratégie d'investissement ϕ_N telle que $v(p_N, N, \phi_N) \le \gamma$.

Tarification sous contrainte de risque : N fixe

- Notations :
  - On note ϕ une stratégie d'investissement et $V_T^{p,\phi}$ la richesse en T associée à cette stratégie et partant de p.
  - On note $G_T^n := [K - Rev_T^n]^+$ le payoff associé à l'agriculteur n.
- Si le produit est vendu au prix p la perte associée est : $\Delta(p, N, \phi) := [\sum_{n \le N} G_T^n - V_T^{Np,\phi}]^+$.
- On mesure le risque via une fonction de perte ℓ et un critère d'espérance : $v(p, N, \phi) := \mathbb{E}[\ell(\Delta(p, N, \phi))]$.
- Tarification :
  - On fixe un niveau de risque maximal γ.
  - On cherche p_N minimal tel que $\min_\phi v(p_N, N, \phi) \le \gamma$.
  - Tarification : p_N.
- Couverture : suivre la stratégie d'investissement ϕ_N telle que $v(p_N, N, \phi_N) \le \gamma$.
- Méthodologie mathématique : contrôle stochastique non standard et cibles stochastiques.

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) “non trivial” sur le plan numérique.

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) “non trivial” sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \to \infty$?
- Exemple :

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) “non trivial” sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \rightarrow \infty$?
- Exemple :
  - $N \rightarrow \infty$

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) “non trivial” sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \to \infty$?
- Exemple :
  - $N \to \infty$
  - l’aversion au risque de la compagnie d’assurance tend vers 0

Tarification sous contrainte de risque : $N \to \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) “non trivial” sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \to \infty$?
- Exemple :
  - $N \to \infty$
  - l'aversion au risque de la compagnie d'assurance tend vers 0
  - $\Rightarrow$ mutualisation des risques de rendement et aversion asymptotique nulle.

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) "non trivial" sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \to \infty$?
- Exemple :
  - $N \longrightarrow \infty$
  - l'aversion au risque de la compagnie d'assurance tend vers 0
  - $\Rightarrow$ mutualisation des risques de rendement et aversion asymptotique nulle.
  - $\Rightarrow p_N \to \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$ ou $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$?

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) “non trivial” sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \to \infty$?
- Exemple :
  - $N \to \infty$
  - l'aversion au risque de la compagnie d'assurance tend vers 0
  - $\Rightarrow$ mutualisation des risques de rendement et aversion asymptotique nulle.
  - $\Rightarrow p_N \to \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$ ou $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$?
  - Non ! (contre-exemples). Reste toujours au-dessus et ne converge pas tout le temps.

Tarification sous contrainte de risque : $N \longrightarrow \infty$

- Problématique :
  - Calcul de (p_N, ϕ_N) "non trivial" sur le plan numérique.
  - Simplification si $N \to \infty$?
- Exemple :
  - $N \to \infty$
  - l'aversion au risque de la compagnie d'assurance tend vers 0
  - $\Rightarrow$ mutualisation des risques de rendement et aversion asymptotique nulle.
  - $\Rightarrow p_N \to \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[\tilde{G}_T]$ ou $\tilde{G}_T := \mathbb{E}[G_T \mid P_t,\ t \leq T]$?
  - Non ! (contre-exemples). Reste toujours au-dessus et ne converge pas tout le temps.
- Problématique ouverte, études en cours.