

## Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest)

Rosaine Nérice Yegbemey<sup>1,2</sup>  
Jacob Afouda Yabi<sup>2</sup>  
Ghislain Boris Aïhounon<sup>2</sup>  
Armand Paraïso<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Justus-Liebig University of Giessen  
Institute of Project and Regional Planning  
Senckenbergstrasse 3  
D-35390 Giessen  
Germany  
<yrosaine@hotmail.com>

<sup>2</sup> Université de Parakou  
Faculté d'agronomie  
Unité de recherche en économie et développement (URED)  
Laboratoire d'analyse et de recherches sur les dynamiques économiques et sociales (LARDES)  
BP 123 Parakou  
République du Bénin  
<ja\_yabi@yahoo.com>  
<aïhountong@yahoo.fr>

<sup>3</sup> Université de Parakou  
Faculté d'agronomie  
Département Production végétale  
BP 123 Parakou  
République du Bénin  
<arparaiso@yahoo.fr>

### Résumé

Au Bénin comme dans la plupart des pays en développement, les producteurs sont de plus en plus confrontés au besoin d'adapter leurs systèmes de cultures aux circonstances changeantes du climat. Cet article a pour objectif d'analyser l'adaptation des producteurs de maïs au changement climatique. Pour ce faire, la perception du changement climatique par les producteurs et les stratégies d'adaptation développées par eux ont été identifiées en vue d'en analyser les facteurs déterminants. L'étude a été conduite dans le Nord Bénin et plus précisément dans les communes de Malanville, Banikoara, Bembéréké et Natitingou. Au total, 336 producteurs de maïs ont été échantillonnés de façon aléatoire et ont ensuite été interviewés. De manière générale, les producteurs de maïs du Nord Bénin perçoivent le changement climatique et s'y adaptent principalement à travers la diversification des cultures et l'ajustement des pratiques culturales et du calendrier agricole. Le modèle Probit de Heckman utilisé a révélé que l'expérience dans l'agriculture et l'appartenance à une organisation étaient positivement et significativement corrélées aussi bien avec la perception du producteur qu'avec sa décision de s'adapter au changement climatique. La pratique d'une activité secondaire, l'accès au crédit et le contact avec une structure de vulgarisation ont des incidences positives et significatives sur la décision d'adaptation du producteur au changement climatique. En revanche, le nombre d'actifs agricoles par ménage et le droit de propriété sur les terres exploitées ne sont pas significativement corrélés avec la décision du producteur de s'adapter au changement climatique.

**Mots clés :** adaptation, Bénin, changement climatique, maïs, perception.

**Thèmes :** climat ; économie et développement rural ; méthodes et outils ; productions végétales.

### Abstract

**Simultaneous modelling of the perception of and adaptation to climate change: The case of the maize producers in northern Benin**

In Benin, as in most developing countries, farmers are experiencing the need to adapt their farming systems to climate change, developing strategies to sustain their livelihoods. This paper aims at analysing the maize producers' adaptation to climate change. Accordingly, the farmers' perception of and adaptation to climate change were identified in order to analyse the underlining determinants. The study was conducted in the municipal areas of Malanville, Banikoara, Bembéréké, and Natitingou, in northern Benin. A total of 336 farmers producing maize were randomly sampled and were then interviewed. Generally, maize producers in Northern Benin perceive climate change and adapt to it, primarily, through crop diversification and adjustment of cropping practices and agricultural calendar. A Heckman Probit model highlights that experience in agriculture and organisation membership were positively correlated with both perception of and adaptation to climate change. In addition, running a side activity, accessing credit, and

**Tirés à part :** R.N. Yegbemey

doi: 10.1684/agr.2014.0697

Pour citer cet article : Yegbemey RN, Yabi JA, Aïhounon GB, Paraïso A, 2014. Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cah Agric* 23 : 177-87. doi : 10.1684/agr.2014.0697

having contact with agricultural extension services had positive effects on the farmers' decision to adapt to climate change. Neither the number of household workers in agriculture nor land ownership showed any significant effects on the farmers' decision to adapt to climate change.

**Key words:** adaptation, Benin, climate change, maize, perception.

**Subjects:** climate; economy and rural development; tools and methods; vegetal productions.

L'Afrique est soumise à un climat fortement variable et imprévisible. Cette situation fragilise les systèmes agricoles africains qui ne répondent plus aux pressions actuelles du climat. Kurukulasuriya *et al.* (2006) avaient déjà souligné la grande vulnérabilité du continent face au changement climatique en raison de la forte dépendance des économies vis-à-vis de l'agriculture et des capacités d'adaptation limitées des populations.

Le Bénin, pays en développement de l'Afrique de l'Ouest, n'est pas à l'abri des menaces liées au changement climatique. L'agriculture, base de son économie avec une contribution de 40 % au produit intérieur brut (PIB) et plus de 80 % des recettes d'exportation (Doligez, 2001), souffre déjà des incidences négatives du changement climatique (PANA-BENIN, 2008). Examinant l'évolution des facteurs climatiques entre 1960 et 2008 des trois zones climatiques du Bénin, Gnanglè *et al.* (2011) ont décelé une augmentation significative de la température moyenne (plus de 1 °C), une diminution perceptible de la pluviométrie (- 5,5 mm/an en moyenne) et du nombre moyen annuel de jours de pluie. Des études réalisées en 2001 ont indiqué que les précipitations resteront plus ou moins stables (+ 0,2 %) dans le sud du pays, mais seront réduites de 13 à 15 % dans le nord à l'horizon 2100 (MEHU, 2011). Selon la même source, il est prévu une augmentation de la température entre + 2,6 °C et + 3,2 °C d'ici 2100. Sous ces scénarios, les cultures installées dans les différentes zones agroécologiques du Nord Bénin, connues comme grenier du pays, subiront plus les effets des variations climatiques, avec pour corollaire des baisses de rendement. En effet, en étudiant les relations entre les conditions climatiques futures et les productions agri-

coles au Bénin, Paeth *et al.* (2008) ont prédit des diminutions de rendements variant de 5 à 20 %, avec pour conséquence un risque plus élevé d'insécurité alimentaire.

Cette situation contraint les producteurs à développer des stratégies d'adaptation afin de préserver leurs moyens de subsistance. Pour mieux comprendre le processus d'adaptation des producteurs, plusieurs travaux de recherche sur les déterminants de l'adaptation au changement climatique ont été réalisés. La majorité de ces travaux mettent uniquement l'accent sur l'étude des caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs. Toutefois, selon Maddison (2007) et Gbetibouo (2009), l'adaptation serait le résultat combiné de la lecture – perception – que font les populations de l'évolution du climat et de leurs caractéristiques démographiques et socio-économiques. Il en découle que la recherche doit également tenir compte des perceptions qu'ont les producteurs dudit changement climatique. Suivant la logique de ces derniers auteurs, cet article vise à décrire de manière simultanée la perception et l'adaptation des producteurs de maïs au changement climatique au Nord Bénin, dans l'optique d'une meilleure compréhension des risques climatiques actuels et des réponses endogènes développées. Ainsi, la perception du changement climatique par les producteurs et les stratégies d'adaptation développées par eux ont été identifiées en vue d'en analyser les facteurs déterminants.

## Cadre théorique

Selon Ban et Hawkins (2000), la perception est le processus par lequel

nous recevons des informations et des stimuli de notre environnement et les transformons en actes psychologiques conscients. Dans le modèle de la perception humaine se distinguent deux types de perception : la perception psychique liée à la situation psychique de l'individu et la perception sensorielle qui est liée aux sens. La perception psychique est fonction des facteurs fonctionnels tels que les expériences, les notions de valeurs, les attentes, les besoins, les opinions et les normes socioculturelles (Van den Ban *et al.*, 1994). La perception sensorielle, quant à elle, dépend des facteurs structurels qui ne sont rien d'autres que nos cinq sens (la vue, l'ouïe, l'odorat, le toucher et le goût).

Ce modèle d'analyse de la perception s'applique bien au changement climatique en ceci que les producteurs ne s'adaptent pas directement au changement en question mais selon la manière dont ils l'ont conçu, donc perçu. En effet, le changement climatique n'est qu'un stimulus dont la réponse observable est l'adaptation. À l'échelle d'un système, l'adaptation se rapporte aux changements observés en réponse à des forces ou perturbations<sup>1</sup> telles que le changement climatique (Smithers et Smit, 1997), la hausse des prix des intrants, etc. Dans cette perspective, le but ultime de l'adaptation au changement climatique serait de modérer les impacts négatifs dudit changement, de faire face à ses conséquences et

<sup>1</sup> Généralement ces forces ou perturbations sont externes au système. C'est le cas du changement climatique. Cependant, elles peuvent être aussi internes au système. Dans ce cas, il peut s'agir d'une conséquence liée à une mauvaise pratique au sein du système lui-même. Par exemple, l'excès d'utilisation d'engrais peut entraîner des problèmes de salinisation du sol auquel le système cherche à s'adapter.

éventuellement de profiter de ses nouvelles opportunités (Adger *et al.*, 2003).

La perception du changement climatique étant la traduction du stimulus observé, la décision d'adaptation des producteurs serait un processus raisonné. Cela nous ramène à la théorie de l'action raisonnée développée par Fishbein et Ajzen (1975). À la lumière de cette théorie, la stratégie adoptée par le producteur serait déterminée par son intention comportementale à l'adopter. La présente étude utilise une approche analytique basée sur la combinaison des deux modèles ci-dessus mentionnés (approche par perception et théorie de l'action raisonnée).

De ces considérations théoriques, il se dégage l'hypothèse de base selon laquelle l'adaptation des producteurs, face à des stimuli tels que le changement climatique, n'est cohérent qu'au regard de leur conception et donc, de leur perception.

## Matériel et méthode

### Zone d'étude

La présente étude a été conduite dans le Nord du Bénin. Le choix de cette zone reposait sur le fait que les prévisions climatiques indiquent que le Nord Bénin est la région la plus vulnérable du pays. Et pourtant, la production agricole y est concentrée. Cette zone compte 4 des 8 zones agroécologiques du pays. Dans chacune des 4 zones agroécologiques du Nord Bénin, une commune a été sélectionnée sur la base de son importance dans la production agricole (notamment de maïs<sup>2</sup>) et d'entretiens préliminaires avec les agents des Centres agricoles régionaux de développement rural (CARDER). Ainsi, les communes de Malanville, de Banikoara, de Bembéréké et de Natitingou (figure 1) ont été retenues dans les zones agroécologiques 1, 2, 3 et 4 respectivement. Dans chaque commune, deux villages ont été choisis avec l'aide des agents des CARDER, en

<sup>2</sup> Le maïs, aliment de base des populations, est l'une des cultures prédites pour être la plus affectée par les conditions climatiques futures (MEHU, 2011).

fonction de leur importance en termes de production de maïs et de leur accessibilité. Il s'agissait des villages de Koara-tédji et Isséné dans Malanville, Bonhanrou et OUNET dans Banikoara, Guéré et Pédarou dans Bembéréké puis Takonta et Pam-Pam dans Natitingou.

### Échantillonnage et base de données

Les unités d'observation sont les exploitations agricoles représentées par le chef d'exploitation. Par village sélectionné, un échantillon de 41 à 43 producteurs a été constitué de manière aléatoire (en utilisant la table des nombres aléatoires) à partir des résultats d'un recensement sommaire de tous les producteurs de maïs. Un total de 336 producteurs a été interrogé dans toute la zone d'étude. Le *tableau 1* montre la structure de l'échantillon.

Les principales données collectées auprès des producteurs échantillonnés étaient relatives à leurs caractéristiques démographiques et socio-économiques (sexe, âge, exercice d'activité secondaire, niveau d'instruction, accès au crédit, expérience en agriculture, contact avec la vulgarisation, nombre d'actifs agricoles par ménage, appartenance à une organisation et droit de propriété sur la terre), leur perception du changement climatique et les stratégies d'adaptation développées par eux. La collecte des données a été réalisée à travers des enquêtes conduites sous forme d'entretiens semi-structurés. Par ailleurs, la triangulation des informations à travers des focus groupes a été organisée pour s'assurer de la véracité des données collectées.

### Constitution et traitement des données sur la perception

Une série de trois questions ouvertes adressées à chaque producteur échantillonné a été utilisée pour définir la variable « perception du changement climatique ». Dans l'ordre chronologique, les questions étaient : 1) Sur les 10 dernières années, avez-vous perçu un (des) changement (s) d'un ou de plusieurs facteurs climatiques ? 2) Quel (s) facteur (s) avez-vous perçu

comme changé ? 3) Quel (s) changement (s) avez-vous observé concernant ce (s) facteur (s) ?

Partant de cette série de questions, un producteur a été considéré comme ayant perçu le changement climatique si et seulement si : 1) il a perçu au moins un changement d'au moins un facteur climatique sur les dix dernières années ; 2) il a pu identifier le (s) facteur (s) dont il a perçu le (s) changement (s) ; et 3) il a pu décrire le (s) changement (s) qu'il a perçu. Ce faisant, la variable « perception du changement climatique » a été plus tard traitée comme une variable dichotomique muette prenant la valeur de 1 si le producteur a perçu le changement climatique et la valeur 0 autrement.

### Constitution et traitement des données sur l'adaptation

Après les questions liées à la perception, une série de deux questions a été utilisée pour définir la variable « adaptation au changement climatique ». La première question était : « Sur les 10 dernières années, avez-vous ajusté une ou plusieurs de vos pratiques culturelles dans le but d'adapter votre système de production au changement climatique ? » Ensuite, les stratégies développées dans le cadre de l'adaptation au changement climatique ont été répertoriées à travers la question : « Quelle (s) stratégie(s) d'adaptation utilisez-vous ? »

Pour faciliter la description des résultats, les stratégies répertoriées ont été regroupées en quatre groupes en fonction de leur nature. Il s'agissait : 1) des stratégies de diversification des cultures ; 2) de l'ajustement des pratiques culturelles et du calendrier agricole (dates de semis notamment) ; 3) des stratégies d'utilisation et de gestion des terres ; et 4) d'autres adaptations qui ne figurent pas dans les précédents groupes (les prières et rituels traditionnels, le crédit et la migration).

En considérant les deux questions liées à l'adaptation, un producteur a été considéré comme s'adaptant au changement climatique si et seulement si : 1) il a ajusté ses pratiques culturelles dans le but d'adapter son système de production au(x) précédent(s) changement(s) qu'il aurait

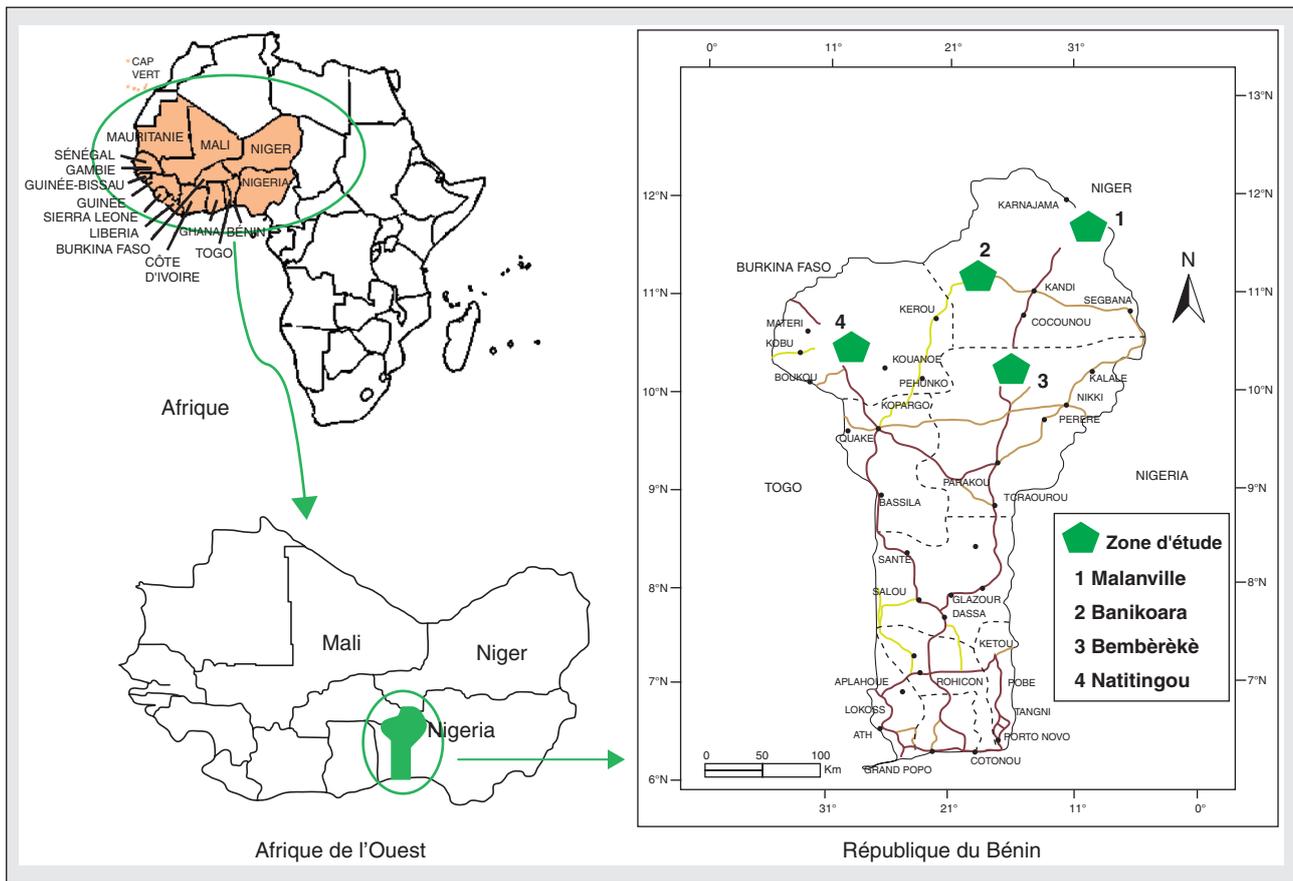


Figure 1. Zone d'étude.

Figure 1. Study area.

Tableau 1. Structure de l'échantillon d'étude.

Table 1. Structure of the study sample.

Zone agroécologique	Commune	Village	Nombre de ménages*	Taille de l'échantillon	Taux d'échantillonnage (%)
Zone 1	Malanville	Koara-tédji	359	44	12
		Isséné	182	42	23
Zone 2	Banikoara	Bonhanrou	523	42	8
		Ounet	222	42	19
Zone 3	Bembèrèkè	Guéré	252	41	16
		Pédarou	165	42	25
Zone 4	Natitingou	Takonta	141	41	29
		Pam-Pam	167	42	25
Total			2011	336	16

\* Source : Institut national de la statistique et de l'analyse économique (Insae), Direction des études démographiques. *Cahiers des villages et quartiers de ville : départements de l'Alibori, de l'Atacora et de la Donga*. National Report. Cotonou : Insae 2004.

mentionné(s) ; et 2) il a adopté au moins un des quatre groupes de stratégies d'adaptation. Enfin, la variable « adaptation au changement climatique » a été plus tard traitée comme une variable dichotomique muette prenant la valeur de 1 si le producteur s'adapte et la valeur 0 autrement.

## Recherche des déterminants de la perception et de l'adaptation

L'adaptation au changement climatique peut se définir comme tout ajustement ou modification opéré(e) par le producteur au sein de son exploitation agricole pour faire face aux variations de conditions climatiques. Deux modèles sont couramment utilisés pour analyser les déterminants du choix ou de la décision des producteurs d'opérer des ajustements ou des modifications, tels qu'adopter des stratégies ou des technologies. Il s'agit du Logit et du Probit (Maddison, 2007 ; Hassan et Nhemachena, 2008 ; Gbetibouo, 2009). Selon la nature de la variable dépendante (dichotomique muette ou à plus de deux modalités) les modèles multinomiaux sont aussi utilisés. Ces modèles se présentent sous la forme générale :

$$A_i = f(Z_i) \quad [1]$$

où  $A_i$  et  $Z_i$  représentent respectivement la décision d'adaptation du producteur  $i$  et un ensemble de caractéristiques démographiques et socio-économiques du même producteur  $i$ . En considérant l'hypothèse du lien perception-adaptation, la plus simple manière d'intégrer la perception des producteurs ( $P$ ) dans le précédent modèle est de l'exprimer sous la forme :

$$A_i = f(Z_i, P_i) \quad [2]$$

Cependant, toujours à la lumière du cadre théorique, la perception elle-même apparaît comme une variable endogène (fonction d'un certain nombre de caractéristiques propres à l'individu). Dès lors, l'estimation de l'équation [2] présente des biais d'endogénéité. Dans ces conditions, la spécification de deux modèles

séparés – un modèle d'adaptation (équation [3]) et un modèle de perception (équation [4]) – apparaît comme une alternative qui limiterait les biais d'estimations, soit :

$$A_i = f(Z_i) \quad [3]$$

$$P_i = f(Y_i) \quad [4]$$

où  $Y_i$  représente un ensemble de caractéristiques démographiques et socio-économiques du même producteur  $i$  ; qui pourraient être identiques ou différentes de  $Z_i$ .

Cette nouvelle formulation, bien qu'elle élimine un peu le biais d'endogénéité lié à la perception, ne tient aucunement compte de l'hypothèse de départ selon laquelle l'adaptation des producteurs face à des stimuli, tel le changement climatique, n'est intelligible qu'au regard de leur conception dudit changement. Selon Maddison (2007), repris par Gbetibouo (2009), la perception est un prérequis à l'adaptation. En d'autres termes, il faut percevoir avant de s'adapter. Il ne se pose donc plus un problème d'endogénéité, mais plutôt de sélection : adaptation si perception. Ainsi, comme l'ont proposé Maddison (2007) et Gbetibouo (2009), un modèle de sélection tel que le modèle Probit de Heckman permet de mieux explorer la décision d'adaptation des producteurs en relation avec leur perception. Ce faisant, le modèle général devient :

$$\begin{aligned} A_i &= f(Z_i) \\ \text{si et seulement si} & \\ P_i &= f(Y_i) > 0 \end{aligned} \quad [5]$$

La forme ainsi définie est basée sur deux sous-modèles : l'*output* modèle ou modèle d'adaptation dont la variable dépendante est l'adaptation ( $A$ ) et le modèle de sélection dont la variable dépendante est la perception ( $P$ ). Considérant  $j$  caractéristiques démographiques et socio-économiques liées au producteur  $i$  et capables de déterminer sa décision d'adaptation (caractéristiques notées  $z_{ij}$ ) d'une part, puis  $j'$  caractéristiques démographiques et socio-économiques liées au même producteur  $i$  et susceptibles de déterminer sa perception (caractéristiques notées  $y_{ij'}$ ) d'autre part,

le modèle économétrique qui en ressort est :

$$\begin{aligned} a_i &= \alpha_0 + \sum_j \alpha_j z_{ij} + u_i \\ \text{si et seulement si} & \\ p_i &= \beta_0 + \sum_{j'} \beta_{j'} y_{ij'} + v > 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Dans ce modèle,  $a_i$  est la décision d'adaptation (1 = s'adapte ; 0 = ne s'adapte pas) du producteur  $i$  et  $p_i$  sa perception définie comme une variable dichotomique muette (1 = perçoit ; 0 = ne perçoit pas) ;  $\alpha$  et  $\beta$  sont les paramètres à estimer ; enfin  $u$  et  $v$  sont les termes d'erreurs. L'équation [6] revient à la forme simplifiée :

$$\begin{cases} A = \alpha Z + U \\ P = \beta Y + V \end{cases} \quad [7]$$

où  $Z$  est un  $j$ -vecteur de caractéristiques démographiques et socio-économiques pouvant influencer la décision d'adaptation,  $Y$  est un  $j'$ -vecteur de caractéristiques démographiques et socio-économiques pouvant déterminer la perception,  $U$  et  $V$  les termes d'erreur suivant conjointement une distribution normale, indépendamment de  $X$  et  $Y$ , et  $A$  et  $P$  étant liés par le lien de sélectivité  $A$  si  $P > 0$ . Ainsi, la variable dépendante  $A$  est définie comme :

$$\begin{cases} A \text{ est observé si } P > 0 \\ A \text{ est une donnée} \\ \text{manquante si } P \leq 0 \end{cases} \quad [8]$$

Partant de ces spécifications et des observations de terrain, les caractéristiques des exploitants telles que la possession d'une activité secondaire, le nombre d'actifs agricoles par ménage, l'expérience en agriculture, le droit de propriété sur les terres exploitées, l'accès au crédit, l'appartenance à une organisation et le contact avec un service de vulgarisation, ont été introduites dans le modèle d'adaptation, et l'expérience en agriculture, le sexe, le niveau d'éducation et l'appartenance à une organisation de producteurs, dans le modèle de perception. Le *tableau 2* montre les différentes variables considérées dans chacun des sous-modèles. Le modèle Probit de Heckman a été utilisé pour l'estimation des

paramètres ( $\alpha$  et  $\beta$ ). Ainsi, à partir des signes des valeurs estimées et des probabilités données par le modèle, les déterminants de la perception et de l'adaptation des producteurs au changement climatique ont été identifiés. Le modèle étant basé sur l'hypothèse de perception comme prérequis pour l'adaptation (A si et seulement si  $P > 0$ ), il faudrait aussi noter qu'un modèle globalement significatif (probabilité  $< 0,01$  ou  $0,05$ ) reflète non seulement l'adéquation des spécifications théoriques mais aussi l'existence d'une relation (A si  $P > 0$ ) entre perception et adaptation.

## Résultats et discussion

### Caractéristiques démographiques et socio-économiques des personnes interrogées

Les caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs interrogés sont résumées dans le *tableau 3*.

Quatre-vingt-treize pour cent (93 %) des personnes interrogées sont des hommes. Près de la moitié des personnes interrogées (48 %) ont reçu une éducation formelle, correspondant pour la plupart à un niveau primaire. L'agriculture est l'activité principale de 94 % des personnes interrogées. En plus de l'agriculture, 49 % des producteurs interrogés possèdent une activité secondaire. Le commerce, l'élevage et les petits métiers sont les activités secondaires les plus exercées.

Le faible taux d'accès des producteurs au crédit (21 %) est principalement dû à l'absence de structures d'octroi de prêts, aux conditions d'accès difficiles (nombreuses formalités administratives avant l'octroi du crédit) et à la crainte de l'endettement. Soixante-huit pour-cent des personnes interrogées (68 %) appartiennent à une organisation villageoise. L'appartenance aux organisations, notamment celles des producteurs de coton, favorise l'accès aux intrants (engrais et pesticides du coton), au crédit agricole et aux formations données par les agents de vulgarisation de la localité. Le contact personnel avec ces

**Tableau 2. Variables introduites dans les modèles de régression.**

Table 2. Variables included in the regression models.

Variables	Types <sup>a</sup>	Modalités	Signes attendus
<b>Modèle d'adaptation (output modèle)</b>			
Activité secondaire	D	Non = 0 ; Oui = 1	+
Nombre d'actifs agricoles	C	-	+
Expérience en agriculture (années)	C	-	+
Droit de propriété sur la terre	D	Non = 0 ; Oui = 1	+
Accès au crédit	D	Non = 0 ; Oui = 1	+
Appartenance à une organisation	D	Non = 0 ; Oui = 1	+
Contact avec la vulgarisation	D	Non = 0 ; Oui = 1	+
<b>Modèle de perception (modèle de sélection)</b>			
Sexe	D	0 = Femme ; 1 = Homme	±
Niveau d'éducation	D	Non = 0 ; Oui = 1	+
Expérience en agriculture	C	-	+
Appartenance à une organisation	D	Non = 0 ; Oui = 1	+

<sup>a</sup> Types : D = variables discontinues ; C = variables continues.

derniers est mentionné par 55 % des personnes interrogées. Les modes de faire-valoir de la terre dans la zone d'étude sont l'héritage, le don, l'achat, l'emprunt et la location. L'accès à la terre à travers ces modes confère différents droits de propriété. Ainsi, 86 % des personnes interrogées ont affirmé être propriétaires de leurs terres. Enfin, le nombre d'actifs agri-

coles par ménage est en moyenne de 7 ( $\pm 5$ ) personnes et l'expérience en agriculture de 21,41 ( $\pm 11,68$ ) ans.

### Perception du changement climatique

La quasi-totalité des producteurs interrogés dans la zone d'étude (97 %) a

**Tableau 3. Caractéristiques démographiques et socio-économiques des personnes interrogées.**

Table 3. Demographic and socio-economic characteristics of respondents.

Variables qualitatives	Valeurs absolues	Fréquences relatives (%)
Sexe	-	-
Féminin	25	07
Masculin	311	93
Éducation	160	48
Activité secondaire	163	49
Accès au crédit	69	21
Appartenance à une organisation	230	68
Contact avec un Service de vulgarisation	184	55
Droit de propriété sur la terre	290	86
Variables quantitatives	Moyennes	Écarts types
Nombre d'actifs agricoles	7	5
Expérience en agriculture	21,41	11,68

perçu des changements de facteurs climatiques de 2002 à 2012. Ces changements concernent les précipitations, la température, le vent et la disparition de certains arbres et animaux dans le paysage agroécologique concerné (figure 2).

Tous les producteurs ayant perçu le changement climatique ont également remarqué des variations concernant les précipitations. La diminution des pluies (98 % des personnes interrogées) et des pluies de plus en plus aléatoires et sporadiques (98 % des personnes interrogées) sont les principales perceptions des changements liés aux précipitations. Viennent ensuite le décalage des saisons avec une tendance à la réduction de la saison pluvieuse (94 % des personnes interrogées) et des inondations et sécheresses plus fréquentes (88 % des personnes interrogées). Ces statistiques ont révélé que de véritables perturbations pluviométriques affectent

le Nord Bénin. Quant à la température, 90 % des personnes interrogées perçoivent des variations thermiques se manifestant par l'augmentation de la chaleur (91 % des personnes interrogées) et le changement des extrêmes de températures (90 % des personnes interrogées) qui se traduit par des périodes plus chaudes ou plus froides. Enfin, 96 % des producteurs interrogés percevaient d'autres changements tels que des vents plus forts (96 %) et la disparition de quelques espèces d'arbres et d'animaux (54 %). Il s'agit par exemple des arbres de néré et de karité qui, en plus de la forte pression anthropique, s'affaiblissent du fait des vents violents, puis des hippopotames et des phacochères, qui se déplacent en raison de la disparition des points d'eau due à la sécheresse.

Les résultats de cette étude ont confirmé ceux de Djenontin (2010) et de Dedjan (2010), qui ont observé

dans le Nord du Bénin que les populations locales percevaient le changement climatique dans leur milieu à travers le retard dans le démarrage des pluies, les poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse, la mauvaise répartition spatiale des pluies, les vents violents et la chaleur excessive. Les résultats obtenus ont par ailleurs corroboré ceux de Maddison (2007), Mertz *et al.* (2009), Gnanglè *et al.* (2012) et Paraiso *et al.* (2012) qui révèlent que les populations se rendent compte de la variabilité du climat et identifient le vent, le manque et l'excès de précipitation comme les facteurs les plus perceptibles.

### Adaptation au changement climatique

Quatre-vingt-douze pour cent (92 %) des producteurs interrogés ayant

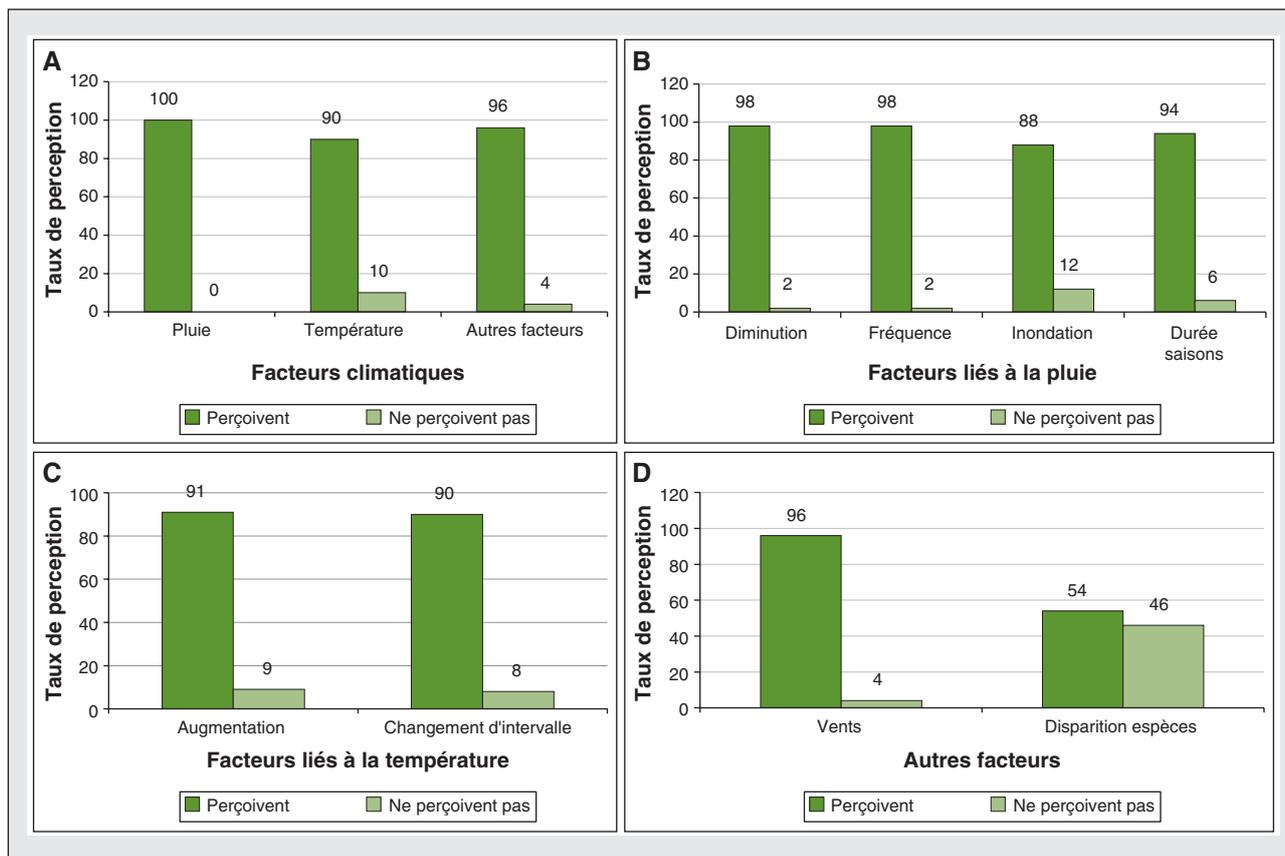


Figure 2. Perception des changements de facteurs climatiques de 2002 à 2012.

Figure 2. Perception of changes in climatic factors from 2002 to 2012.

Note : pour chaque facteur, la fréquence relative ou taux de perception représente le pourcentage de producteurs l'ayant mentionné.

perçu des changements climatiques ont développé une gamme très variée de stratégies d'adaptation. Les producteurs ne développant aucune stratégie d'adaptation ont mentionné, entre autres, le manque d'information sur les stratégies d'adaptation et les contraintes financières comme principales barrières à l'adaptation. Ces résultats ont corroboré les observations faites par Deressa *et al.* (2009). Des quatre groupes de stratégies d'adaptation que sont 1) la diversification des cultures, 2) l'ajustement des pratiques culturales et du calendrier agricole, 3) la gestion des terres et 4) les autres adaptations, les plus utilisées par les personnes interrogées sont celles des groupes 2 (92 % des personnes interrogées) et 1 (87 % des personnes interrogées) (figure 3). Ces groupes comportent des méthodes et des techniques de cultures visant soit à réduire la durée de culture par l'utilisation de variétés précoces, soit à intensifier l'utilisation des intrants par le changement des doses d'engrais, ou bien encore à ajuster le calendrier agricole par le changement des dates de semis. Ces stratégies à l'origine endogènes sont déjà mentionnées par d'autres études en Afrique (Maddison, 2007 ; Mertz *et al.*, 2009 ; Deressa *et al.*, 2009 ; Gnganglè *et al.*, 2012 ; Yegbemey *et al.*, 2013 ; Piya *et al.*, 2013). Les résultats de l'étude ont indiqué une fréquence relativement élevée (71 %) des stratégies du groupe 4. Cela s'explique par les prières et

rituels traditionnels auxquels la majorité des producteurs ont recours. Bien qu'ils soient largement occultés dans la littérature en raison de l'inexistence d'évidences scientifiques, ces prières et rituels traditionnels sont des pratiques coutumières qui caractérisent bien des communautés africaines. À ce propos, les résultats des travaux d'Acquah (2011) au Ghana révèlent que 67 % des personnes interrogées développent des pratiques endogènes comme les prières et rituels traditionnels face à la variabilité actuelle du climat pour garantir leurs moyens de subsistance.

### Déterminants de la perception et adaptation au changement climatique

Les résultats du modèle de sélection (Probit de Heckman) utilisé pour déterminer les principaux facteurs qui influencent la perception et l'adaptation des producteurs au changement climatique sont résumés dans le tableau 4.

Le modèle estimé est globalement significatif au seuil statistique de 1 % (probabilité < 0,01). L'expérience dans l'agriculture, l'appartenance à une organisation sont positivement et significativement corrélées aussi bien avec la perception du producteur qu'avec sa décision d'adaptation au changement climatique. Les deux autres variables introduites dans le modèle de sélection (sexe du pro-

ducteur et son éducation), bien que positivement corrélées avec la perception du producteur, ne sont pas significatives. Les variables telles que la possession d'une activité secondaire, l'accès au crédit et le contact avec une structure de vulgarisation, introduites uniquement dans le modèle d'adaptation, sont toutes positivement et significativement corrélées avec la décision du producteur de s'adapter au changement climatique. Cependant, le nombre d'actifs agricoles par ménage et les droits de propriété sur les terres exploitées ne sont pas significativement corrélés avec la décision d'adaptation au changement climatique.

### Expérience en agriculture

L'expérience du producteur en agriculture est positivement et significativement corrélée au seuil statistique de 10 % (0,05 < probabilité < 0,10) avec la perception et l'adaptation au changement climatique. Ce résultat traduit que les producteurs plus expérimentés perçoivent plus vite le changement climatique et s'adaptent plus rapidement. En effet, le nombre d'années passées dans l'exercice de l'activité agricole permet au producteur d'avoir une certaine maîtrise de tout le processus de production et des facteurs qui influencent les différentes étapes de ce processus. Ces résultats ont confirmé les résultats des observations de Maddison (2007), Deressa

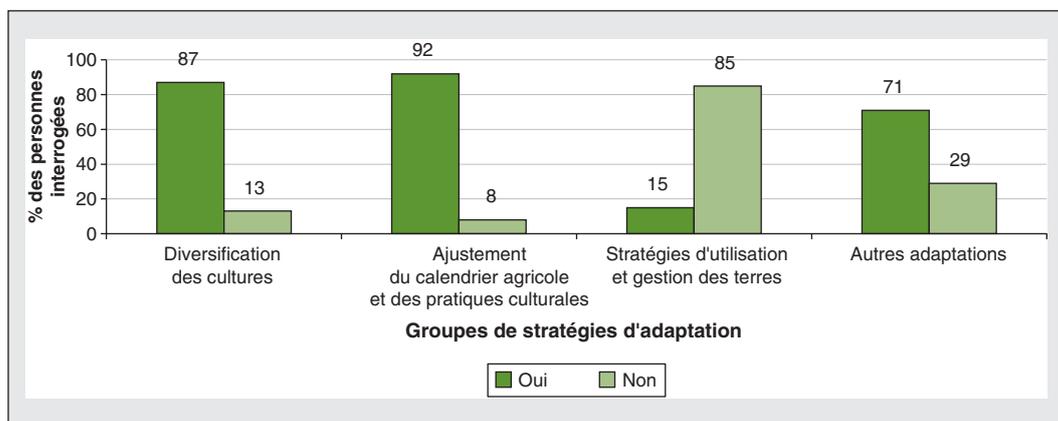


Figure 3. Stratégies d'adaptation répertoriées.

Figure 3. Adaptation strategies listed.

Note : pour chaque groupe de stratégies d'adaptation, la fréquence relative représente le pourcentage de producteurs appliquant au moins une des stratégies dudit groupe.

**Tableau 4. Résultats du Probit de Heckman.**

Table 4. Results from the Heckman Probit model.

Variables	Output modèle (adaptation)				Modèle de sélection (perception)			
	Coefficient	Erreur type	T	P > t	Coefficient	Erreur type	T	P > t
Sexe	-	-	-	-	0,475	0,530	0,9	0,370
Niveau d'éducation	-	-	-	-	0,384	0,279	1,38	0,169
Activité secondaire	0,400*	0,209	1,91	0,058	-	-	-	-
Nombre d'actifs agricoles	0,013	0,021	0,62	0,535	-	-	-	-
Expérience dans l'agriculture	0,018*	0,010	1,89	0,060	0,061*	0,033	1,85	0,065
Droit de propriété sur la terre	0,123	0,234	0,53	0,598	-	-	-	-
Appartenance à une organisation	0,355*	0,205	1,73	0,085	1,301***	0,291	4,46	0,000
Accès au crédit	0,394*	0,223	1,77	0,078	-	-	-	-
Contact avec la vulgarisation	0,540***	0,200	2,70	0,007	-	-	-	-
Constante	0,067	0,301	0,22	0,824	0,141	0,743	0,19	0,849
Résumé du modèle	Nombre d'observations = 336 Degré de liberté (ddl) = 335 F (7,329) = 4,44*** Prob > F = 0,0001							

\*\*\* : valeur significative à 1 % ( $P \leq 0,01$ ) ; \*\* : valeur significative à 5 % ( $0,01 < P \leq 0,05$ ) ; \* : valeur significative à 10 % ( $0,05 < P \leq 0,10$ ).

*et al.* (2009), Gbetibouo (2009), qui sont parvenus à la conclusion selon laquelle l'expérience en agriculture est un potentiel déterminant du niveau de perception et d'adaptation du producteur au changement climatique. Aussi faudrait-il noter que l'expérience augmente la capacité du producteur à diversifier les cultures, à ajuster le calendrier cultural et à utiliser les techniques de gestion et d'utilisation des terres plus efficaces face au changement climatique.

### Appartenance à une organisation

L'appartenance à une organisation est positivement et significativement corrélée avec la perception (au seuil statistique de 1 % ; probabilité  $< 0,01$ ) et l'adaptation (au seuil statistique de 10 % ;  $0,05 < \text{probabilité} < 0,10$ ) au changement climatique. Les groupements villageois, et plus spécifiquement les associations de producteurs, bénéficient de formations de la part des partenaires du développement par le biais des organisations non gouvernementales (ONG), des projets et programmes de développement agricole. A travers ces différentes structures, les produc-

teurs sont sensibilisés à la variabilité actuelle du climat ainsi qu'aux conséquences présentes et futures sur les filières de production agricole et sur l'environnement immédiat de l'homme. À ces sources d'apprentissage s'ajoutent les relations qu'entretiennent les producteurs entre eux et qui servent de canaux de partage d'expériences qui peuvent susciter l'initiative commune d'adaptation. L'appartenance à une organisation facilite donc l'accès à l'information et à des pratiques ou techniques, d'où les corrélations positives observées.

### Accès au crédit

En dépit de son faible taux, l'accès au crédit est positivement corrélé avec l'adaptation du producteur au changement climatique au seuil statistique de 10 % ( $0,05 < \text{probabilité} < 0,10$ ). L'accès au crédit permet au producteur d'améliorer ses capacités d'investissement. Dès lors, un producteur ayant accès au crédit peut facilement développer des stratégies d'adaptation notamment celles qui exigent des investissements supplémentaires (augmentation des doses d'engrais, achat de nouvelles variétés

à cycle court, etc.). La rentabilité de l'activité reste cependant de mise pour assurer le remboursement du crédit. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Maddison (2007), Deressa *et al.* (2009) et Below *et al.* (2012) qui illustrent bien l'importance du crédit agricole dans la décision d'adaptation du producteur au changement climatique.

### Contact avec la vulgarisation

Le contact avec un service de vulgarisation est positivement et significativement corrélé avec la décision d'adaptation au changement climatique au seuil statistique de 1 % (probabilité  $< 0,01$ ). Ce résultat traduit que le contact du producteur avec un agent d'encadrement agricole lui paraît très bénéfique, dans la mesure où il obtient de ce dernier des informations relatives au climat, aux technologies agricoles et des conseils sur les stratégies bénéfiques qui facilitent l'adaptation au changement climatique. Les dates de semis approximatives par exemple sont largement discutées avec les agents de vulgarisation. L'importance de la vulgarisation dans la perception et

l'adaptation des producteurs au changement climatique est déjà mise en exergue dans les travaux de Maddison (2007), Gbetibouo (2009) et Deressa *et al.* (2011). D'autres études telles que celles de Baidu-Forson (1999) puis Bekele et Drake (2003) ont également montré que la vulgarisation est un important facteur motivant l'utilisation des pratiques de gestion et de conservation des sols et de l'eau.

### Exercice d'une activité secondaire

L'exercice d'une activité secondaire est aussi positivement et significativement corrélée avec la décision d'adaptation au changement climatique au seuil de 10 % ( $0,05 < \text{probabilité} < 0,10$ ). Une activité secondaire constitue une autre source de revenus pour les producteurs. Ainsi, les revenus issus de l'activité secondaire peuvent être mis à profit pour augmenter le niveau d'investissement dans les intrants tels que la main-d'œuvre, les engrais et pesticides, les nouvelles variétés, etc. L'effet attendu dans ce cas est semblable à celui de l'accès au crédit. Par ailleurs, la diversification des activités est aussi une stratégie d'adaptation au changement climatique (Maddison, 2007 ; Gnanglè *et al.*, 2012 ; Yegbemey *et al.*, 2013 ; Piya *et al.*, 2013) qui permet de réduire les risques en cas de mauvaises récoltes et donc de perte de revenus. En ce sens, les producteurs qui possèdent déjà une activité secondaire auraient une plus forte probabilité à s'adapter au changement climatique.

### Sexe et niveau d'éducation

Bien que positives, les corrélations entre le sexe et la perception du changement climatique, d'une part, et le niveau d'éducation et la perception du changement climatique, d'autre part, ne sont pas statistiquement significatives (probabilité  $> 0,10$ ). Cette non sexo-spécificité de la perception du changement climatique a corroboré les résultats de Sanchez *et al.* (2012) et Gandure *et al.* (2013). Quant à l'éducation, les corrélations non significatives obtenues pourraient s'expliquer par le fait que le changement climatique est un phénomène plutôt physique qui s'impose aux producteurs. Dès lors,

ces derniers n'ont pas besoin d'une éducation formelle importante pour percevoir les changements. Par ailleurs, les producteurs peuvent avoir des informations liées au changement climatique dans leurs langues locales par le biais des agents de vulgarisation et des producteurs voisins.

### Nombre d'actifs agricoles par ménage et droits de propriété

Introduits dans le modèle d'adaptation, le nombre d'actifs agricoles par ménage et le droit de propriété sur les terres exploitées ne sont pas significativement corrélés avec l'adaptation du producteur au changement climatique (probabilité  $> 0,10$ ). Cela se trouve justifié, car la quasi-totalité des producteurs interrogés ont affirmé que la main-d'œuvre familiale disponible était suffisante pour exécuter toutes les activités de production, y compris les éventuels ajustements ou adaptations au changement climatique. Selon Yegbemey *et al.* (2013), des droits de propriété sûrs favorisent l'investissement du producteur et facilitent l'adaptation au changement climatique. Dans le cas d'espèce, le droit de propriété est aussi positivement corrélé avec l'adaptation. Le caractère faiblement, voire non significatif (du point de vue statistique) de cette corrélation pourrait s'expliquer par le fait que la majorité des producteurs sont propriétaires de leurs terres et les cas d'expropriation de terres sont rarement rapportés.

## Conclusion

Les producteurs de maïs du Nord Bénin perçoivent le changement climatique et développent diverses stratégies pour s'y adapter. Pour ces producteurs en effet, le changement climatique se traduit par des perturbations pluviométriques et thermiques, des vents violents et la disparition de quelques espèces d'arbres et d'animaux. La diversification des cultures et l'ajustement des pratiques culturales et du calendrier agricole sont les principales stratégies d'adaptation développées comme une réponse au changement climatique perçu. L'expérience dans l'agriculture et l'appartenance à une organisation

de producteurs sont deux principaux déterminants de la perception et de l'adaptation des producteurs au changement climatique.

Une attention particulière devrait être accordée à ces différents déterminants, dans le cadre de la mise en œuvre des politiques de promotion de l'agriculture en général, et de la production du maïs en particulier, dans un contexte de changement climatique. Aussi, des sessions régulières de sensibilisation, de formation, d'échange et de partage de connaissances relatives aux conditions climatiques futures et à l'adaptation aux changements climatiques, pourraient constituer des outils potentiels d'intervention, orientés vers les organisations de producteurs, à travers des services de vulgarisation. ■

### Remerciements

Les auteurs de cet article remercient l'*International Foundation for Science*, Stockholm, Sweden (IFS) pour le financement de la présente étude. Nous remercions également les experts anonymes qui ont évalué le présent manuscrit pour leur temps, commentaires et suggestions.

### Références

- Acquah HDG, 2011. Farmer's perception and adaptation to climate change: A willingness to pay analysis. *Journal of Sustainable Development in Africa* 13 : 150-61.
- Adger WN, Khan SR, Brooks N, 2003. *Measuring and enhancing adaptive capacity*. UNDP Adaptation Policy Framework Technical Paper 7. New York : UNDP.
- Baidu-Forson G, 1999. Factors influencing adoption of land-enhancing technology in the Sahel: Lessons from a case study in Niger. *Agricultural Economics* 20 : 231-9.
- Ban AW, Hawkins HS, 2000. *Agricultural Extension*, Second edition, Oxford : Blackwell Science.
- Bekele W, Drake L, 2003. Soil and water conservation decision behavior of subsistence farmers in the Eastern Highlands of Ethiopia: a case study of the Hunde-Lafto area. *Ecological Economics* 46 : 437-51.
- Below TB, Mutabazi KD, Kirschke D, Franke C, Sieber S, Siebert R, Tscherning K, 2012. Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? *Global Environmental Change* 22 : 223-5.
- Dedjan YJ, 2010. *Changements Climatiques et évolution des périodes de semis des principales cultures dans l'Alibori : cas des communes de Malanville et de Banikoara, Bénin*. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome,

- université de Parakou, Bénin; 2010. <http://ididbenin.org/id/sites/default/files/Jeremie%20D.pdf>
- Deressa TT, Hassan RM, Ringler C, 2011. Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *Journal of Agricultural Science* 149 : 23-31.
- Deressa TT, Hassan RM, Ringler C, Alemu T, Yesuf M, 2009. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change* 19 : 248-55.
- Djenontin SNI, 2010. *Vulnérabilité des ressources en eau face aux changements climatiques et stratégies endogènes de gestion développées dans le secteur agricole : cas des communes de Bani-koara et Malanville (Bénin)*. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, université de Parakou, Bénin; 2010. [www.ididong.org/publi/Rapthem/MmoireNadia\\_2010.pdf](http://www.ididong.org/publi/Rapthem/MmoireNadia_2010.pdf)
- Doligez F, 2001. *Le financement de l'agriculture dans un contexte de libéralisation : Quelle contribution de la microfinance ? Le cas du BENIN*; 2001. [http://afm.cirad.fr/documents/4\\_Services/microfinance/FR/12\\_pays\\_Benin.pdf](http://afm.cirad.fr/documents/4_Services/microfinance/FR/12_pays_Benin.pdf)
- Fishbein M, Ajzen I, 1975. *Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research*. Reading (MA, USA) : Addison-Wesley Pub (Sd).
- Gandure S, Walker S, Botha JJ, 2013. Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community. *Environmental Development* 5 : 39-53.
- Gbetibouo GA, 2009. *Understanding farmers' perceptions and adaptations to climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa. Environment and Production Technology Division*. IFPRI Discussion Paper 00849. Washington (DC) : IFPRI. [www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpri00849.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpri00849.pdf)
- Gnanglè CP, Glèlè Kakaï R, Assogbadjo AE, Vodounon S, Yabi JA, Sokpon N, 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie* 8 : 27-40.
- Gnanglè PC, Yabi JA, Yegbemey NR, Glèlè Kakaï LR, Sokpon N, 2012. Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à Karité dans le contexte de l'adaptation au changement climatique du Nord-bénin. *African Crop Science Journal* 20 : 589-602.
- Hassan R, Nhemachena C, 2008. Determinants of African Farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 2 : 84-104.
- Kurukulasuriya P, Mendelsohn R, Hassan R, Benhin J, Deressa T, Diop M, *et al.*, 2006. Will African agriculture survive climate change? *World Bank Economic Review* 20 : 367-88.
- Maddison D, 2007. *The perception and adaptation to climate change in Africa. Policy Research Working Paper WPS4308*. Washington (DC): The World Bank, Development Research Group, Sustainable Rural and Urban Development Team; 2007. [www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/08/06/000158349\\_20070806150940/Rendered/PDF/wps4308.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/08/06/000158349_20070806150940/Rendered/PDF/wps4308.pdf)
- MEHU, 2011. *Deuxième communication nationale de la république du Bénin sur les changements climatiques*. Cotonou (Bénin) : MEHU. [www.bj.undp.org/New%20Docs/PTA%20Environnement%202011/Communication%20DCN%20version%20d%E9finitive%20\(2\).pdf](http://www.bj.undp.org/New%20Docs/PTA%20Environnement%202011/Communication%20DCN%20version%20d%E9finitive%20(2).pdf)
- Mertz O, Mbow C, Reenberg A, Diouf A, 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental Management* 43 : 804-16.
- Paeth H, Capo-Chichi A, Endlicher W, 2008. Climate change and food security in tropical West Africa – a dynamic-statistical modeling approach. *Erdkunde* 62 : 101-15.
- Pana-Benin, 2008. *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques*. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN). Programme d'action National d'adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. Rapport; 2008. <http://unfccc.int/resource/docs/napa/ben01f.pdf>
- Paraïso AA, Sossou GCA, Daouda Iz-H, Yegbemey NR, Sanni A, 2012. Perceptions and adaptations of beekeepers and honey hunters to climate change: The case of Natitingou and Tanguiéta in Northwest of Benin. *African Crop Science Journal* 20 : 523-32.
- Piya L, Maharjan KL, Joshi NP, 2013. Determinants of adaptation practices to climate change by Chepang households in the rural Mid-Hills of Nepal. *Regional Environmental Change* 13 : 437-47. doi: 10.1007/s10113-012-0359-5
- Sanchez AC, Fandohan B, Assogbadjo AE, Sinsin B, 2012. A countrywide multi-ethnic assessment of local communities' perception of climate change in Benin (West Africa). *Climate and Development* 4 : 114-28.
- Smithers J, Smit B, 1997. Human adaptation to climatic variability and change. *Global Environmental Change* 7 : 129-46.
- Van Den Ban AW, Hawkins HS, Brauwers JHAM, Boon CAM, 1994. *La vulgarisation rurale en Afrique*. Paris ; Wageningen (The Netherlands) : Karthala ; CTA.
- Yegbemey RN, Yabi JA, Tovignan DS, Gantoli G, Kokoye SEH, 2013. Farmers' decisions to adapt to climate change under various property rights: a case study of maize farming in Northern Benin (West Africa). *Land Use Policy* 34 : 168-75. doi: 10.1016/j.landusepol.2013.03.001