



HAL
open science

Evaluation de la contribution de l'agriculture naturelle à la sécurité alimentaire au Cameroun par l'élicitation probabiliste du jugement d'experts

Gérard de La Paix Bayiha, David Makowski, Syndhia Mathe, Georges Kobou, Ludovic Temple

► To cite this version:

Gérard de La Paix Bayiha, David Makowski, Syndhia Mathe, Georges Kobou, Ludovic Temple. Evaluation de la contribution de l'agriculture naturelle à la sécurité alimentaire au Cameroun par l'élicitation probabiliste du jugement d'experts. 5. Conférence Ouest Africaine sur l'agriculture biologique, Accra, 12 au 15 novembre 2019, Nov 2019, Accra, Ghana. hal-02869385

HAL Id: hal-02869385

<https://hal.science/hal-02869385>

Submitted on 29 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**5^{ème} CONFERENCE OUEST AFRICAINE SUR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE//
ACCRA, 12 au 15 NOVEMBRE 2019**

Sous-thème de la conférence : *La recherche sur l'agriculture écologique et biologique (AEB) et son impact sur la vie pour tous et sa durabilité globale*

Titre de la communication : **Evaluation de la contribution de l'agriculture naturelle à la sécurité alimentaire au Cameroun par l'élicitation probabiliste du jugement d'experts**

G. De La Paix Bayiha^{(1) (2)(3) (4)(*)}, D. Makowski⁽⁶⁾⁽⁷⁾, S. Mathe⁽¹⁾⁽⁵⁾, G. Kobou⁽⁴⁾, L. Temple⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾ CIRAD, UMR INNOVATION, 73 Rue J-F Breton, 34398 Montpellier, France

⁽²⁾ INNOVATION, Univ Montpellier, Montpellier, France

⁽³⁾ Montpellier SupAgro, 2 place Pierre Vialla, 34060 Montpellier, France

⁽⁴⁾ Université de Yaoundé II, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, BP 1365, Yaoundé Cameroun

⁽⁵⁾ IITA, BP 2008 (Messa), Yaoundé, Cameroun

⁽⁶⁾ INRA AgroParisTech, Université de Paris-Saclay, UMR Agronomie, F-78850 Thiverval-Grignon, France.

⁽⁷⁾ CIRED, 45bis Avenue de la Belle Gabrielle, 94130, Nogent-sur-Marne, France

^(*) Adresse de l'auteur (Tél : +237 696 44 24 33/+237 675 43 65 83; Email : gerarddelapaixbayiha@yahoo.fr)

Mode de présentation: **Présentation orale**

Résumé

De nombreux agriculteurs Camerounais pratiquent l'agriculture naturelle, un type d'agriculture potentiellement qualifiable de « biologique ». Pourtant, peu de références expérimentales sont disponibles sur sa capacité à contribuer aux enjeux de la sécurité alimentaire au Cameroun. De ce fait, la question de sa performance par rapport à l'agriculture conventionnelle reste cruciale pour sa reconnaissance institutionnelle. L'objectif est d'identifier des situations (régions et espèces cultivées) où les performances de l'agriculture naturelle sont proches ou supérieures à celle de l'agriculture conventionnelle. Pour atteindre cet objectif, nous avons mobilisé l'élicitation probabiliste des jugements d'experts. Cette méthode est appliquée auprès de 56 experts dans la région du Centre Cameroun. Les résultats montrent que les rendements en agriculture naturelle sont inférieurs de 28% à ceux conventionnelle tandis que pour les prix bord champ des spéculations en agriculture naturelle sont sensiblement identiques de celles en conventionnelle. De plus, le temps de travail exprimé en nombre d'heures/jour est élevé dans le système naturel par rapport au système conventionnel. Par ailleurs, la quantité de travail exprimé en nombre d'hommes/jour est plus faible en système naturel.

Mots clés : Agriculture naturelle, élicitation des jugements d'experts, Région du Centre, Cameroun.

Abstract

Many Cameroonian farmers practice natural agriculture, a type of agriculture potentially qualifying as "organic". However, few experimental references are available on its ability to contribute to food security issues in Cameroon. As a result, the question of its performance relative to conventional agriculture remains crucial for its institutional recognition. The objective is to identify situations (regions and cultivated species) where the performance of natural agriculture is close to or better than that of conventional agriculture. To achieve this goal, we mobilized the probabilistic elicitation of expert judgments. This method is applied to 56 experts in the Central Cameroon region. The results show that the yields in natural agriculture are 28% lower than conventional ones, while for the field-based prices of speculations in natural agriculture are substantially identical to those in conventional. Moreover, the working time expressed in number of hours / day is high in the natural system compared to the conventional system. Moreover, the amount of work expressed in manpower / day is lower in the natural system.

Key words: Natural agriculture, elicitation of expert judgments, Central Region, Cameroon.

1. Introduction

L'agriculture a un fort impact sur la biodiversité, la qualité des sols, la ressource en eau et le climat. Il est donc indispensable de disposer de systèmes de production minimisant les dommages sur l'environnement (Willbois et Schmidt, 2019) et sur la santé (Baudry et al., 2018) tout en maintenant des rendements suffisants. Dans le contexte actuel de diversification des systèmes agricoles, l'Agriculture Biologique (AB), définie par l'International Federation of Organic Farming Movements (IFOAM) comme un système de production qui maintient et améliore la santé des sols, des écosystèmes et des personnes (IFOAM, 2009) est mis en avant comme un modèle de production permettant de concevoir des systèmes alimentaires durables (Muller et al., 2017). Mais sa capacité à répondre aux enjeux que pose la sécurité alimentaire (Touzard et Temple, 2012) en Afrique en général et au Cameroun en particulier reste mal connue.

Les performances de l'AB ont été évaluées dans plusieurs méta-analyses internationales (De Ponti et al., 2012; Seufert et al., 2012; Lesur-Dumoulin et al., 2017; Wilbois et Schmidt, 2019). A travers une quantification des rendements relatifs de l'AB par rapport à l'agriculture conventionnelle (AC), ces études ont montré des rendements en moyenne inférieurs de 8 à 25% dans les systèmes biologiques par rapport aux systèmes conventionnels selon la zone géographique, les espèces cultivées, les conditions pédo-climatiques, les pratiques de gestion et les méthodes utilisées par les auteurs (Lesur-Dumoulin et al., 2017). Les synthèses quantitatives sur d'autres variables que le rendement (rentabilité économiques, qualité des produits etc.) sont plus rares et les études réalisées en Afrique sont peu nombreuses et peu fiables (Willer et Lernoud, 2019).

Or, les caractéristiques de l'AB en font un mode de production potentiellement adapté à l'agriculture africaine, qui est familiale, peu mécanisée, diversifiée en termes de variété de plantes cultivées, basée sur l'utilisation des ressources locales et répondant à différents débouchés : nourrir la famille, générer un revenu (De bon et al., 2018). Le fait que l'agriculture africaine traditionnelle repose sur de faibles intrants externes constitue une excellente base sur laquelle l'AB peut s'appuyer pour améliorer la productivité, la résilience et la rentabilité des petits exploitants agricoles en Afrique. C'est donc une option de développement à priori idéale pour l'Afrique (Willer et Lernoud, 2019).

Au Cameroun par exemple, Bayiha et al., (2019) ont mis en évidence l'existence de 3 types d'AB dans les systèmes agricoles dont celui qualifié de d'« agriculture naturelle (AN) sans certification ». Elle est définie comme une agriculture fondée sur les savoirs locaux ou qualifiée de traditionnelle à faible ou sans recours aux intrants de synthèse (par choix ou par contrainte). L'AN renvoie dans cette étude à une forme non certifiée de l'AB.

La Revue du secteur rural éditée pour le Cameroun en 2003 par la Banque Mondiale identifie six produits de base stratégiques (dont la banane-plantain et le manioc) pour la sécurité alimentaire et la création d'emplois ou ayant un potentiel compétitif sur les marchés nationaux, régionaux et à l'export (Banque Mondiale et FAO, 2008). Il est donc important d'analyser leurs performances dans le système biologique. Malheureusement, très peu d'informations sont actuellement disponibles dans le domaine public sur l'AN au Cameroun. De ce fait, le gouvernement est confronté à de nombreuses incertitudes lors de la prise de décisions politiques, car toute modification de l'agriculture aura un impact sociétal (Whitney et al. 2018).

Ces limites en matière de données peuvent empêcher l'utilisation d'approches statistiques classiques pour produire des estimations probabilistes de certains paramètres (Frey et al., 2003) pour accompagner les décideurs. Dans ce cas, il est malgré tout possible de s'appuyer sur l'éllicitation probabiliste des jugements scientifiques, politiques et traditionnelles d'experts (Bootz et al., 2019 ; Albert et al., 2015) pour faire des scénarios concernant le futur (Morgan et Henrion, 1992 ; Chen et al., 2019).

Au vu de ce constat, l'objectif de ce travail est d'identifier, à travers l'éllicitation probabiliste du jugement d'experts, des situations (régions et espèces cultivées) où les performances de l'AN sont proches ou supérieures à celle de l'AC. Plusieurs critères sont considérés pour comparer ces deux types de système : rendement moyen, prix bord champ et coût de travail (quantité et temps de travail). Ces situations seront alors des cibles privilégiées pour promouvoir le système biologique.

Nous proposons donc pour cela d'analyser *la différence de performance relative de l'AN par rapport à l'AC en mobilisant plusieurs types d'expert afin d'évaluer quantitativement les performances de l'AN sur la sécurité alimentaire dans la région du Centre Cameroun.*

Plus spécifiquement, il s'agit d'analyser la performance de l'AN (plantain, manioc) sur deux dimensions (disponibilité et accessibilité) de la sécurité alimentaire dans la région du Centre du Cameroun.

2. Principe et intérêt de l'élicitation probabiliste du jugement d'experts

L'élicitation est une méthode qui vise à formaliser les connaissances ou les croyances d'une personne au sujet d'une ou de plusieurs quantités incertaines sous la forme d'une distribution de probabilité de cette/ces quantités (Garthwaite et al., 2005). Cette distribution peut être utilisée seule, ou en combinaison avec des données dans le cadre de la statistique bayésienne (Albert et al., 2015). Elle représente les niveaux de confiance d'un expert dans les valeurs que prendront la quantité étudiée (O'Hagan, 2012). Dans la littérature scientifique, l'avis d'expert prend le terme de « jugement d'expert » qui représente l'état de la connaissance de l'expert au moment de sa réponse à la question (Ortiz et al., 1991). L'élicitation probabiliste permet à un expert d'exprimer son incertitude sur un paramètre donné (Soll et Klayman, 2004).

Pour un sujet où les experts peuvent avoir des opinions diverses, il est souvent préférable d'avoir un groupe plus large pour obtenir une couverture représentative de l'éventail des opinions (Morgan, 2014). Les distributions de probabilité des différents experts peuvent alors être comparées et même combinées afin d'obtenir une seule distribution résumant l'ensemble des connaissances du groupe d'experts. Le résultat de la combinaison peut idéalement être considérée comme un résumé de l'état actuel de l'expertise concernant un sujet d'intérêt (Clemen et Winkler 1999). De ce fait, l'élicitation peut donc constituer un outil précieux pour la prise de décision en matière de politique publique (Morgan, 2014).

3. Matériels et méthode

La méthodologie de cette étude est basée sur l'application de la méthode d'élicitation des jugements d'experts à travers une enquête dans la région du Centre. Elle s'est déroulée de Septembre à Octobre 2018

Pour l'application de cette méthode, nous avons défini un cadre formel pour comparer AN et AC dans des sites ayant des caractéristiques similaires afin de limiter les risques de confusion d'effet. Pour cela, nous avons pris en compte les caractéristiques pédoclimatiques de chaque site, la localisation des experts, la taille moyenne de la parcelle mobilisée, la période considérée. L'enjeu de ce cadre est de pouvoir montrer que l'analyse de la performance de l'AN par rapport à l'AC se fait dans des conditions identiques pour les deux systèmes. Ces informations sont regroupées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Caractéristiques du site des systèmes de production

Caractéristiques	Spécificités
Zone agro-écologique	forestière bi-modale
Zone d'enquête spécifique	Région du Centre
Localisation d'experts (CST)	Yaoundé et ses alentours
Localisation d'experts (producteurs)	Monatéfé et Ngog-Mapubi
Typologie de sols	ferralitiques, acides, argileux, faible capacité de rétention des éléments nutritifs
Climat (pluviométrie)	Deux saisons humides
Agriculture naturelle	Aucun cahier de charge, pas de formation subie par les producteurs, utilisation des techniques traditionnelles, pas ou faible utilisation d'intrants chimiques de synthèse, main d'œuvre familiale, le matériel végétal est traditionnel, pas de certification.
Agriculture conventionnelle	Mobilisation d'un cahier de charge, formation subie par les producteurs, utilisation d'intrants chimiques de synthèse, main d'œuvre salariale (saisonnière) et familiale, association avec la cacaoculture, le matériel végétal est amélioré.
Type de culture	Vivrier (Banane Plantain et manioc)
Espace temporel moyen sollicité pour la collecte des données	2013 – 2017 (5 ans)
Parcelle moyenne sollicitée	1 hectare

Sur la base des données bibliographiques, de la littérature grise et des entretiens semi-directifs réalisés ex-ante, nous mettons en regard deux arrondissements (Monatéfé et Ngog Mapubi) dans la région du Centre pour les producteurs par rapport à l'ensemble de la région du Centre pour la communauté scientifique et technique (CST) (formateurs, chercheurs et techniciens).

Un ensemble d'experts a été identifié à travers la méthode « effet boule de neige » suivant les matrices des profils des experts (profils d'experts adaptés, compétences recherchées, types d'expertises requises) que nous avons élaborés (**tableaux 2.a et 2.b**). Cette méthode a été

utilisée car il n'y a pas de base de données sur les experts en AN et AC au Cameroun en général et dans les zones d'enquêtes en particulier.

Pour identifier les producteurs, nous avons présenté le tableau 2.a ci-dessous aux Délégués des arrondissements des zones d'enquêtes. Ce tableau leur a permis de nous dresser une liste des producteurs ou groupement des producteurs ayant ces caractéristiques (spéculation, système de production, taille de la parcelle, année d'expérience) dans les arrondissements indiqués. Par la suite, les producteurs rencontrés nous ont communiqué leurs domaines d'expertises et nous ont donné les contacts d'autres experts que nous avons rencontrés sur la base de la matrice présentée. Concernant les experts de la CST, nous avons présenté le tableau 2.b. ci-dessous aux responsables des centres de recherche et techniques agricoles que nous avons identifiés. Ces derniers nous ont dirigé vers les experts des spéculations.

Tableau 2.a : Matrice des profils des producteurs

Expertise	Zone (départements)	Arrondissement	Spéculations	Systèmes de production	Taille moyenne de la parcelle (ha)	Indicateurs à éliciter	Année d'expérience
Production	Lekié	Monatéle	Plantain et manioc	Forte et absence d'utilisations des pesticides et herbicides	1	Rendement moyen, Cout de travail (quantité et temps)	≥ 5 ans
Commercialisation	Nyong et Kélé	Ngog- Mapubi	Plantain et manioc	Forte et absence d'utilisations des pesticides et herbicides		Prix bord champ	≥ 5 ans

Tableau 2.b : Matrice des profils des experts de la communauté scientifique et technique

Expertise	Zone	Spéculations	Systèmes de production	Taille moyenne de la parcelle (ha)	Indicateurs à éliciter	Année d'expérience
Production	Région du Centre	Plantain et manioc	Forte et absence d'utilisations des pesticides et herbicides	1	Rendement moyen, Cout de travail (quantité et temps)	≥ 5 ans
Commercialisation	Région du Centre	Plantain et manioc	Forte et absence d'utilisations des pesticides et herbicides		Prix bord champ	≥ 5 ans

3.1 Méthode d'élicitation

Chaque expert a fait l'objet d'une enquête préalable à l'aide d'un questionnaire détaillé.

Pour l'élicitation proprement dite, nous avons utilisé le package *SHELF*¹ version 1.5.0 qui a été compilé l'environnement R version 3.4.4.

Parmi les méthodes d'élicitation existantes, c'est la méthode de la « roulette » que nous avons mobilisé du fait de sa simplicité et de son côté intuitif (Johnson et al., 2010; Morris et al., 2014). Cette relative simplicité est due au fait que plusieurs experts préfèrent utiliser des représentations graphiques des probabilités et des incertitudes, comme des histogrammes (Morgan et al., 1992). De plus, la plupart des experts ne sont pas des spécialistes en statistiques et pourraient ne pas être à l'aise d'exprimer leurs jugements en utilisant les autres méthodes (Morgan et al., 1992).

La méthode roulette fournit une représentation des connaissances d'experts sous la forme d'un histogramme, puis permet d'ajuster une loi de probabilité continue. Sur la base des travaux de (European Food Safety Authority, 2014 ; Andriamampianina et al., 2018), nous avons appliqué cette méthode en cinq étapes² :

Etape 1 : L'expert choisit une quantité à éliciter, la définit et en donne l'unité de mesure.

Etape 2 : L'expert fixe les bornes inférieure et supérieure des valeurs de la quantité sélectionnée. Ces bornes définissent la gamme possible de variation. L'enquêteur divise cet intervalle en P sous-intervalles de valeurs (en abscisse). Chaque sous-intervalle définit une colonne qui est divisée elle-même en M cases (en ordonnée), définissant ainsi une grille comportant un total de P*M cases.

Etape 3 : L'expert place des jetons sur la grille. Le nombre de jetons attribués dans chaque sous-intervalle doit refléter la probabilité que la valeur de l'indicateur soit située dans ce sous-intervalle, selon l'expert. L'axe des ordonnées représente le nombre de jetons compris entre (0-10) et l'axe des abscisses les différentes valeurs possibles de la quantité à éliciter. Le résultat obtenu correspond à un histogramme.

¹<https://cran.r-project.org/web/packages/SHELF/SHELF.pdf>

² Ces étapes sont menées indépendamment pour le système naturel et le système conventionnel pour chaque quantité élicitee.

Etape 4 : Une série de lois de probabilités (Normal, Student-t, Gamma, Log-normal, Log-Student-t, Beta) est ajustée à l’histogramme et celle qui s’ajuste le mieux est sélectionnée automatiquement par l’outil (SHELF). Chaque distribution de probabilité obtenue est décrite par sa médiane et les deux déciles (0.1 et 0.9) qui représentent les bornes de l’intervalle de crédibilité (IC) à 80%. Cet IC couvre l’ensemble des valeurs plausibles de réalisation de la quantité d’intérêt compris entre les deux déciles de la distribution élicitée par l’expert.

Etape 5 : Les 33^{ème} et 66^{ème} percentiles des valeurs des quantités d’intérêt obtenues à partir de la distribution sélectionnée sont calculés et présentés à l’expert. Ils représentent les valeurs atteintes une fois sur trois et deux fois sur trois. L’expert juge ensuite si ces valeurs représentent bien ses connaissances. Dans le cas contraire, l’expert ajuste son histogramme et modifie la distribution proposée. Le processus est répété jusqu’à ce que l’expert soit satisfait.

Durant la collecte des données, nous avons essayé de mobiliser le plus d’experts possible pour obtenir une couverture représentative de l’éventail des opinions (Morgan, 2014). Au total, 56 experts (**tableau 3**) ont été élicité séparément, 12 pour la CST et 44 chez les producteurs.

Tableau 3 : Typologie d’experts enquêtés

Spéculations Type d’acteurs	Plantain	Manioc	Total
Communauté scientifique et technique	6	6	12
Producteurs	26	18	44

Plus spécifiquement, pour les experts de la CST, pour chacune des spéculations, les étapes présentées ci-dessus sont réalisées deux fois (une fois pour le système naturel, une fois pour le système conventionnel) ce qui nous permet d’obtenir deux distributions de probabilité pour chaque quantité d’intérêt. Pour établir la relation entre les deux systèmes, nous demandons à l’expert d’éliciter le coefficient de corrélation. Clemen et al., (2000) considère que l’expert élicite la corrélation de Spearman. Par la suite, pour passer de la corrélation de Spearman à la corrélation de Pearson, nous allons utiliser la formule suivante : $Cor. Pearson = 2 \sin(\pi * (Cor. Spearman/6))$. Puis nous utilisons cette corrélation pour déterminer la probabilité de concordance (P_c) pour la spéculation entre les deux systèmes de production. Par la suite, la P_c obtenue nous permet de définir la distribution conjointe pour la spéculation entre les deux

systèmes de production à l'aide d'une copule gaussienne (Clemen et Winkler, 1999). Des tirages aléatoires sont ensuite réalisés pour estimer la distribution de la perte relative (%) $100*(AN-AC)/AC$ par spéculation.

Pour les producteurs, pour chacune des spéculations, les étapes présentées ci-dessus sont réalisées une fois (soit pour le système naturel, soit pour le système conventionnel) en fonction du système qu'il mobilise. Par la suite, nous combinons les courbes de distribution des experts obtenues par les producteurs par système de production et par spéculation en rapport à une quantité d'intérêt. Cette combinaison se fait pour les experts appartenant à un même arrondissement (Ngog-Mapubi ou Monatélé). Pour obtenir le coefficient de corrélation pour une quantité d'intérêt, nous avons fait la moyenne des coefficients de corrélation fournis par les experts de la CST pour cette quantité par rapport à la spéculation. Et la procédure pour obtenir la perte de la distribution conjointe est identique à celle adoptée chez les experts de la CST.

Pour les quantités pour lesquelles la perte relative n'a pas pu être obtenue, nous avons mis en débat les informations fournies par les deux types d'experts après avoir fait la combinaison des différentes courbes de distribution de probabilité de leurs jugements.

4. Analyse statistique

A partir de chaque élicitation d'expert, une distribution ajustée a été estimée grâce à la fonction `fitdist` du package `SHELF` de R. Chaque distribution est décrite par sa médiane et son IC à 80 %. Plus cet IC est grand, plus le niveau d'incertitude de l'expert sur la valeur de l'indicateur est élevé. Inversement, plus l'IC est petit, plus le niveau d'incertitude de l'expert est faible. La valeur médiane représente la valeur pour laquelle il y'a 50% des chances que la quantité élicitée soit atteinte.

Pour l'analyse interannuelle des rendements moyens en AN, après avoir calculé la perte des rendements en AN par rapport à l'AC, nous allons les comparer avec les résultats issus de la littérature pour les pays en développement et en Afrique.

Pour le prix bord champ, la quantité de travail et le temps de travail, nous n'avons pas pu calculer la perte relative de ces quantités car les experts de la CST ont estimé une différence

nulle entre les systèmes notamment pour les prix³ et n'ont pas été en mesure d'éliciter le coût de travail (quantité et temps). Cet aspect à empêcher par la suite d'utiliser le coefficient de corrélation qui aurait été fourni par les experts de la CST afin de calculer la perte relative estimée par les producteurs pour ces quantités. Face à ce constat, nous allons combiner pour chacune de ces quantités les courbes de distribution estimée par chaque type d'experts dans un système de production en fonction de sa zone. Par la suite, nous allons :

- (i) pour les prix bords champs, comparer plusieurs quantiles (10, 25, 50, 75, et 90 %) compris dans l'IC de la courbe de distribution élicitée par chaque type d'expert dans sa zone d'enquête. Les experts de la CST estimant une différence nulle entre les systèmes, ils n'auront qu'une seule courbe de distribution. La première étape consiste donc à comparer ces quantiles entre les deux systèmes estimés par les producteurs dans une zone afin de voir si l'écart peut être nul, faible ou significatif. La deuxième étape consiste par la suite à comparer ces différents quantiles entre les deux types d'experts par système de production tout en sachant que ceux de la CST estiment des valeurs identiques pour le système naturel et conventionnel;
- (ii) pour le coût de travail, comparer les valeurs médianes estimées par les producteurs dans chaque zone d'enquête. Les informations fournies par les experts de la CST pour le coût de travail n'ont pas été utilisées car ils n'ont pas été en mesure d'éliciter cette quantité.

5. Résultats et discussion

5.1 Des résultats sur la différence performance relative des rendements moyens de l'AN par rapport à l'AC dans la région du Centre.

La **figure 1** présente l'ensemble des valeurs plausibles des pertes relatives des rendements de l'AN par rapport à l'AC sous l'IC à 80% estimées par les deux types d'experts. La ligne bleue représente le seuil pour lequel les rendements naturels et conventionnels sont identiques. Chaque point indique la médiane exprimée en pourcentage de la perte des rendements de la distribution élicitée. Les valeurs entre parenthèses représentent le nombre d'experts élicités chez les producteurs dans les deux systèmes (AN et AC) pour chaque spéculation dans un arrondissement. La combinaison des courbes de distribution sur le rendement est faite par la suite pour chaque spéculation en fonction du système pour obtenir qu'une seule courbe c'est-

³ Le prix bord champ en AN est égal au prix bord champ en AC

à-dire une courbe en AN et une courbe en AC. Ensuite, la courbe de distribution de la perte relative pour une spéculation dans un arrondissement obtenue est calculée sur la base des deux courbes de distribution obtenues précédemment. De ce fait, l'expert 12 résume l'estimation de la distribution de la perte relative des producteurs de manioc à Ngog-Mapubi. La procédure est identique pour les experts 13 et 14.

Pour le manioc, exprimé en filet de 50 Kg/ha, les résultats montrent que les cinq experts⁴ de la CST indiquent qu'il y'a 50% de chance d'obtenir une perte des rendements de manioc naturel de 18 % par rapport au manioc conventionnel dans la région du Centre. Parmi les experts de la CST, on observe que l'expert 1 estime une perte de rendement en AN strictement inférieure par rapport en AC. Cette perte est robuste car l'IC couvre des valeurs strictement inférieures à 0, et est très petit. Par contre, les IC des experts 2, 3, 4 et 11 qui coupent la valeur 0 ce qui indique que ces experts estiment une possibilité d'avoir des rendements similaires dans les deux systèmes de culture, voire un gain de rendement dans le système naturel. Les experts 11 et 2 sont incertains car leurs IC sont relativement grands, et les experts 3 et 4 sont assez sûrs de leurs résultats car leurs IC sont relativement petits. (**Figure 1**).

Comparativement aux résultats estimés par les experts de la CST, le producteur de manioc de Ngog-Mapubi (expert 12) estime qu'il y a plus de 50% de chance d'obtenir un gain de rendement de manioc naturel par rapport au manioc conventionnel mais le gain est incertain car l'IC inclut la valeur zéro. (**Figure 1**). Les onze producteurs de manioc rencontrés à Monatélé n'utilisant que le système naturel nous n'avons pas pu calculer leurs pertes relatives.

Pour la banane-plantain, exprimé en nombre de régimes/ha, les cinq experts⁵ de la CST estiment qu'il y'a 50% de chance d'obtenir une perte des rendements de la banane-plantain naturel de 55 % par rapport à la banane-plantain conventionnel dans la région du Centre. Tous les experts ont des IC relativement grands, de tailles sensiblement égales et strictement inférieurs à 0. Cela signifie qu'ils ont tous la même incertitude et qu'ils n'estiment pas des rendements de plantain naturel supérieurs à ceux conventionnels. Par contre, chez les producteurs, les experts 13 et 14 estiment respectivement qu'il y'a 50% de chance d'obtenir une perte des rendements de banane-plantain naturelle de 41 % par rapport à la banane-

⁴La perte a été calculée sur 5 experts car il y'a un qui nous a fourni des informations sur un système de production.

⁵Idem

plantain conventionnelle et 47% de la banane-plantain naturel par rapport au plantain conventionnel respectivement à Ngog-Mapubi et Monatélé. Soient pour les producteurs en moyenne une perte médiane des rendements de banane-plantain naturelle de 44% par rapport à la banane-plantain conventionnelle. En comparant les résultats des estimations des pertes des rendements médians estimés par les deux types d'experts (55% et 44%), nous constatons qu'il n'existe pas une grande différence (10%) sur les estimations des pertes.

En résumé, pour la banane plantain, les deux types d'experts confondus estiment en moyenne une perte médiane en AN de 49 % en moyenne par rapport à l'AC pour la banane plantain. Ces experts ont des IC strictement inférieurs à 0 mais sont relativement incertains (**Figure 1**).

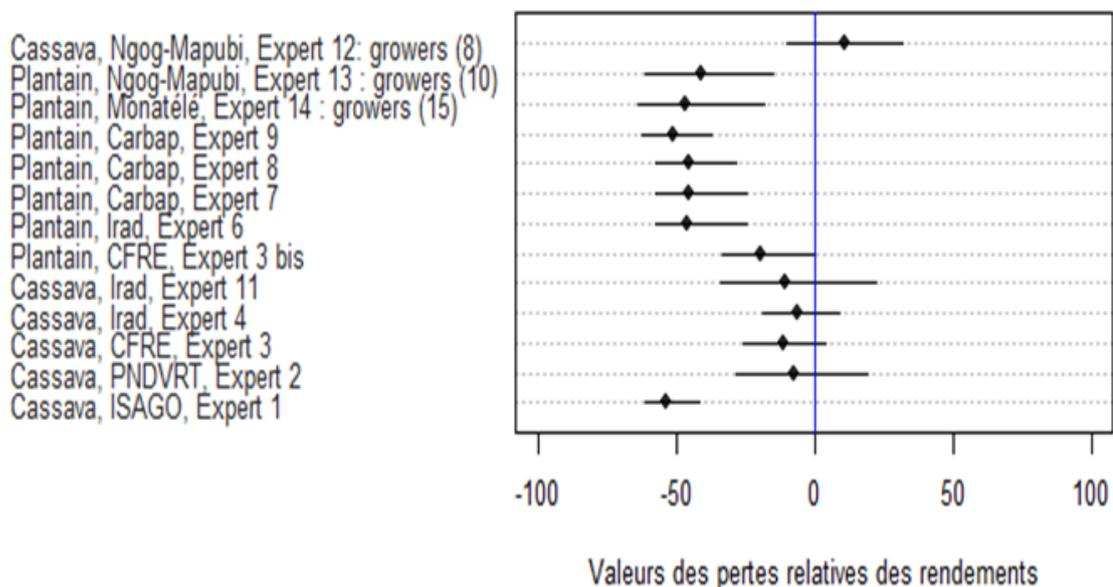


Figure 1 : Pertes relatives des rendements de l'agriculture naturelle par rapport à l'agriculture conventionnelle dans la région du Centre du Cameroun

En moyenne, pour ces deux cultures, et pour les deux types d'experts confondus, il en ressort une perte médiane des rendements en AN de 28% à ceux conventionnels. En d'autres termes, en moyenne, il y'a 50% de chance d'obtenir les rendements en AN inférieurs de 28 % à ceux conventionnels. Une méta-analyse basée sur les mesures expérimentales de rendements (Seufert et al., 2012) a montré que dans les PED, les rendements en AB certifiée sont en moyenne inférieurs de 43% aux conventionnels. Une étude plus récente sur l'élucation d'experts qui s'est déroulé en Afrique subsaharienne a montré des résultats comparables avec en moyenne des rendements en AB certifiée inférieurs de l'ordre de 41% à ceux

conventionnels (Andriamampianina, 2018). Ainsi, ce travail, malgré que l'on soit en AB non certifiée (AN) donne des résultats meilleurs.

En conclusion, au regard des résultats comparables obtenus et du niveau d'incertitude des experts, une amélioration des performances du système naturel est souhaitable dans la région du Centre, d'après la plupart des experts.

5.2 Des résultats sur les prix bords champs médians dans la Région du Centre

Concernant les prix bord champ de ces mêmes produits, la perte relative n'a pas été calculée pour les deux types d'experts car les experts de la CST indiquent qu'il y a une différence nulle des prix bord champs entre les deux systèmes. Sur cette base, pour obtenir le maximum d'informations sur les prix bords champs des deux systèmes, nous comparons les quantiles 10, 25, 50,75, 90% (**Tableau 4**). Ces quantiles nous permettront de voir la gamme de variabilité des prix et s'il existe des différences importantes pour certains quantiles entre les deux systèmes pour les deux types d'experts.

Tableau 4: Quantiles des prix bords champs du plantain et manioc en fonction du système de production et du type d'experts

Experts	Spéculation	Zone	Système de production	Quantiles (prix en 10 ³ Fcfa)				
				10%	25%	50%	75%	90%
Producteurs (10)	Banane-Plantain (régime)	Monatéle et Ngog-Mapubi	AN	1.338	1.859	2.433	3.006	3.527
Producteurs (16)	Banane-Plantain (régime)	Monatéle et Ngog-Mapubi	AC	1.419	1.949	2.524	3.094	3.620
Scientifiques et techniques (6)	Banane-Plantain (régime)	Région du Centre	AN et AC	1.434	2.019	2.659	3.304	3.910
Producteurs (17)	Manioc (filet de 50kg)	Monatéle et Ngog-Mapubi	AN	3.756	4.405	5.120	5.835	6.486
Producteur (1)	Manioc (filet de 50kg)	Monatéle et Ngog-Mapubi	AC	3.373	4.124	4.958	5.792	6.543
Scientifiques et techniques (6)	Manioc (filet de 50kg)	Région du Centre	AN et AC	3.662	4.247	4.860	5.455	5.992

Source : Auteurs, 2019

La **figure 2** présente les IC à 80% des prix bords champ en Fcfa pour chaque spéculation dans les deux systèmes (AN et AC). Chaque point indique la médiane exprimée en 10^3 Fcfa de la distribution élicitée. Le tableau 4 donne d'avantage d'informations sur l'ensemble des valeurs plausibles des prix compris entre les deux déciles (0.1 et 0.9). Les valeurs entre parenthèses représentent le nombre d'experts élicités dont les courbes ont été combinées pour une obtenir une courbe de distribution. Cette courbe de distribution obtenue correspond pour les producteurs (i) soit au système naturel, (ii) soit au système conventionnel, et pour les experts de la CST (iii) soit résumant les deux systèmes confondus car ces derniers estiment une différence nulle entre les deux systèmes. Cette figure nous permet aussi de présenter le niveau d'incertitude des experts. Ces résultats confirment que la différence de prix bord champ pour chaque spéculation entre les deux systèmes de production est relativement faible.

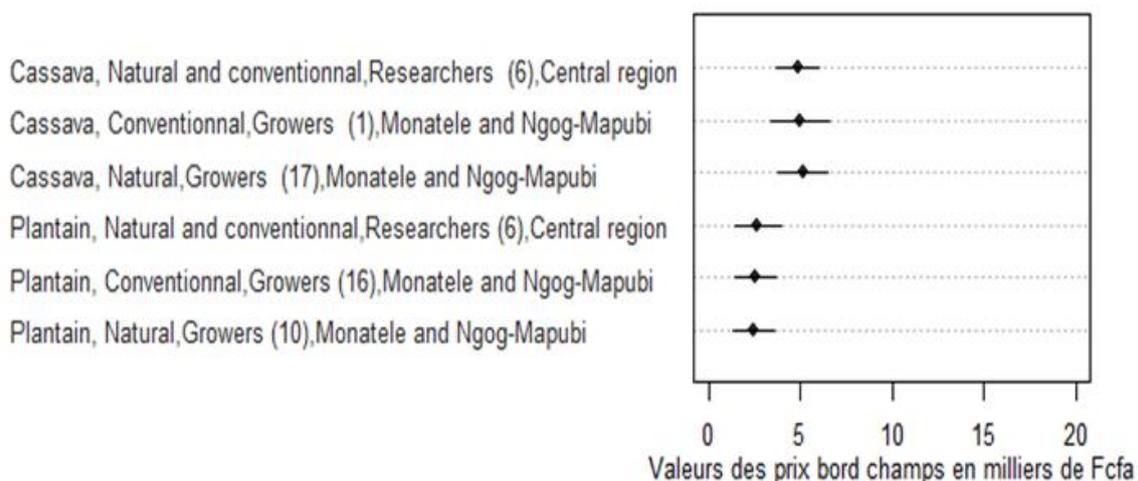


Figure 2 : Valeurs des prix bord champs médians des spéculations en agriculture naturelle et en agriculture conventionnelle pour les deux types d'experts dans leurs zones d'enquêtes

Les résultats montrent que pour les deux spéculations, quelque soit le système de production et les différents quantiles estimés par les producteurs dans leurs zones d'enquêtes, l'écart de prix est en moyenne relativement faible. De plus, quelque soit l'estimation des prix faite par les producteurs pour une spéculation dans un système et dans une zone, ils sont relativement proche des prix estimés par les experts de la CST. Donc, nous pouvons conclure que les deux types d'experts sont sensiblement en adéquation sur les valeurs des prix bords champs du

manioc et de la banane-plantain quelque soit le système de production dans la région du Centre. Il n'existe donc pas une grande différence de prix bords champs entre le manioc et la banane-plantain en AN et AC. De plus, tous deux types d'experts sont très certains au regard de la taille de leurs IC.

5.3 Des résultats sur la quantité et temps de travail médian dans la Région du Centre

Concernant les experts de la CST, les résultats sont les suivants :

Les six experts de la CST ont été interrogés sur la quantité de travail en nombre d'homme/jours et le temps de travail en nombre d'heure/jours pour les spéculations choisies. Mais ces derniers ne sont pas arrivés à éliciter ces grandeurs car pour eux, elles varient en fonction du ménage. De ce fait, nous avons basculé à la question suivante : « *Diriez-vous que la quantité/temps de travail sur une parcelle naturelle de (culture) est «Equivalent(e), Inférieur(e) ou Supérieur(e)» à la quantité/temps de travail sur une parcelle conventionnelle de ... (culture) ?* ». Ces derniers ont été tous unanimes pour les deux spéculations sur le fait que *la quantité de travail* en système naturel peut être soit équivalente, inférieure ou supérieure à celle en conventionnelle. Cela est dû au fait que la main d'œuvre en système naturel est familiale et celle en système conventionnelle peut associer la main d'œuvre salariale. Par contre, pour le *temps de travail* en AN, ils estiment qu'il est supérieur à celui en AC. Ces réponses sont dues au fait que pour ces experts, les producteurs en AN n'ont subi aucune formation, ne possèdent aucun cahier de charge donc ils passent une majeure partie de leurs temps dans les champs sans chronogramme de travail rationnel.

La **figure 3** présente les médianes et les IC à 80% du temps de travail exprimée en nombre d'heures-jour pour les producteurs de Ngog-Mapubi et de Monatélé dans les deux systèmes (AN et AC). Chaque point indique la médiane exprimée en nombre d'heures/jour de la distribution élicitée. Les valeurs entre parenthèses représentent le nombre d'experts élicités par système de production et la spéculation dont les courbes ont été combinées pour obtenir une distribution. La **figure 4** présente les mêmes types de résultats mais pour une quantité de travail exprimée en nombre d'hommes-jour sous l'IC à 80% estimées par les producteurs de Ngog-Mapubi et de Monatélé dans les deux systèmes (AN et AC). Chaque point indique la médiane en nombre d'Hommes/jour de la distribution élicitée. Les valeurs entre parenthèses

représentent le nombre d'experts élicités dont les courbes ont été combinées pour obtenir une distribution.

Concernant les producteurs, les résultats sont les suivants :

Pour la banane-plantain conventionnelle, les quatre producteurs à Ngog Mapubi et les dix à Monatélé indiquent qu'en moyenne, le nombre d'Hommes/jour médian est de 3 personnes. Les IC sont assez grands ce qui renvoie à une incertitude élevée (**figure 4**). Mais les producteurs de Monatélé sont plus confiants pour cette valeur. Cela est dû au fait que le nombre de personnes adéquat pour une tâche précise n'est pas toujours respecté à cause du coût de la main d'œuvre. A cette quantité de travail, ils indiquent en moyenne un temps de travail médian dans les deux sites confondus de 3.5h/jours. Pour cette quantité, leurs IC sont petits (**figure 3**).

Par contre, pour la banane-plantain naturelle, les six producteurs en Ngog-Mapubi et les quatre à Monatélé IC est relativement plus petit que les producteurs conventionnels. Donc, ils sont plus certains que ces derniers (**figure 4**). Ce nombre est expliqué par le fait que la main d'œuvre est familiale et majoritairement exercée par le chef du ménage et sa femme. A cette quantité de travail, ils indiquent en moyenne un temps de travail médian dans les deux sites confondus de 4h/jour. Ils sont plus certains que les producteurs en AC (**figure 3**). Cela est dû au fait que le travail au niveau des champs n'est pas coordonné du aux manques de formation de producteurs.

Pour le manioc conventionnel, le seul producteur rencontré dans ce système qui se retrouve à Ngog-Mapubi indique en moyenne un nombre médian de 3 personnes. Il est assez incertain (**figure 4**). Cette information est expliquée par le fait que cet expert en fonction de sa capacité financière peut recruter la main d'œuvre et parfois mobilise exclusivement la main d'œuvre familiale. Il associe un temps de travail médian de 3h/jours. Il est assez certain (**figure 3**).

A contrario, pour le manioc naturel, les sept producteurs à Ngog-Mapubi et les dix à Monatélé indiquent qu'en moyenne, le nombre d'Hommes/jour médian est de 2 personnes. Ils sont plus certains que le producteur en AC (**figure 4**) car la main d'œuvre familiale ne varie pas

beaucoup. A cette quantité de travail, ils indiquent en moyenne un temps de travail médian dans les deux sites confondus de 3h/jours. Ils sont légèrement moins certains que le producteur conventionnel (**figure 3**).

Mais nous tenons à préciser que les producteurs en système conventionnel ne travaillent pas de lundi à samedi durant le cycle de production de la spéculation. Contrairement aux producteurs dans le système naturel qui interviennent de lundi à samedi.

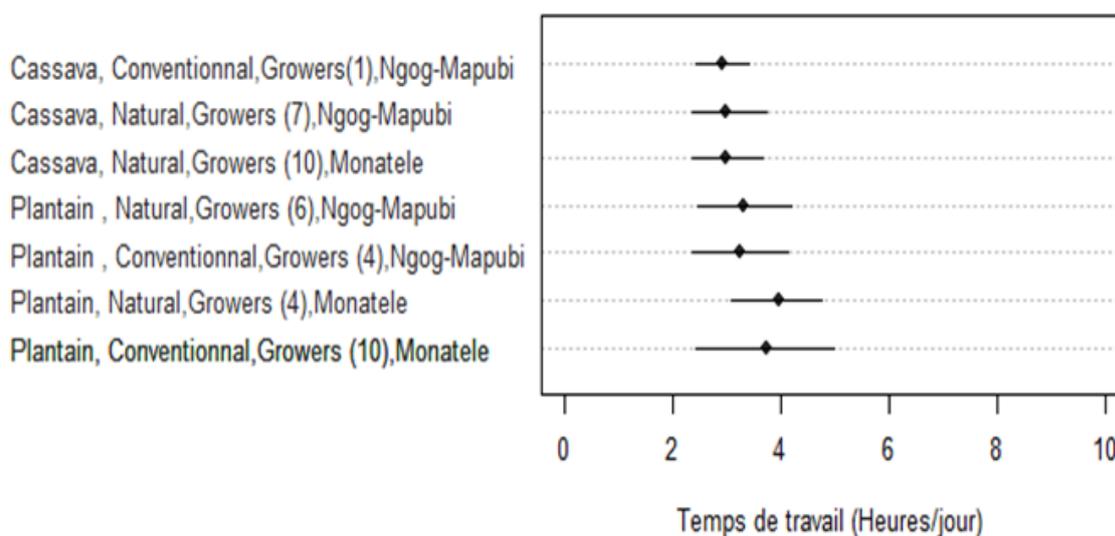


Figure 3 : valeurs des temps de travail en agriculture naturelle et en agriculture conventionnelle du manioc et la banane-plantain pour les producteurs de Ngog-Mapubi et Monatéle

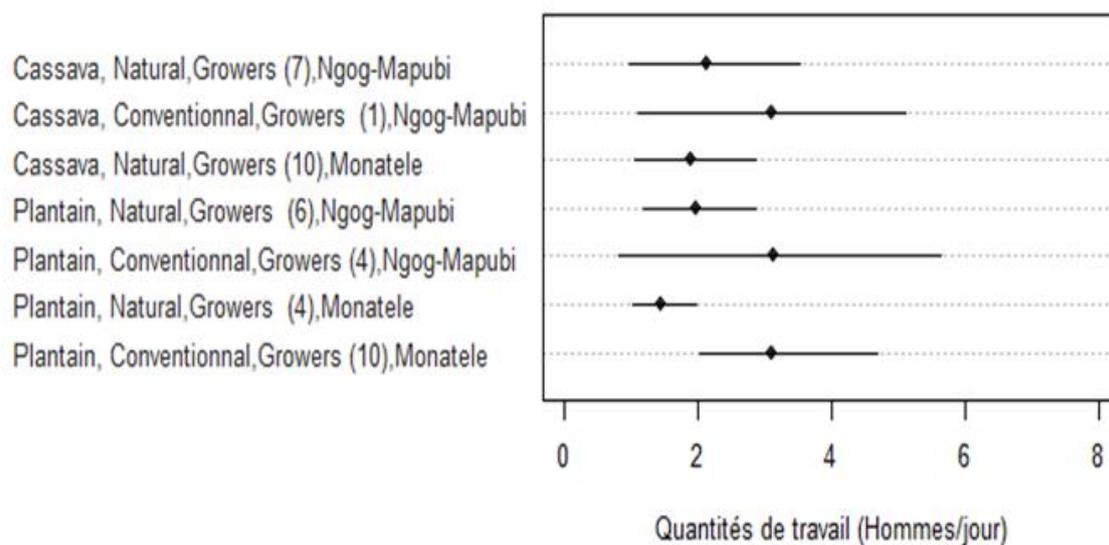


Figure 4 : valeurs des quantités de travail en agriculture naturelle et en agriculture conventionnelle du manioc et la banane-plantain pour les producteurs de Ngog-Mapubi et Monatéle

En somme, pour ces deux quantités et pour les deux experts confondus, les résultats montrent qu'en AN, la quantité de travail qui est exclusivement familiale est relativement plus faible qu'en AC qui associe parfois la main d'œuvre salariale. Mais, les résultats sur ces quantités sont assez incertains au regard de leurs IC.

Conclusion

Au Cameroun, les données sur l'AB sont inexistantes. Ce travail se base sur un des types d'AB (AN) existants au Cameroun pour analyser sa performance par rapport à l'AC en mobilisant deux dimensions (disponibilité et accessibilité) de la sécurité alimentaire dans la région du Centre. Il mobilise pour cela l'élicitation probabiliste des jugements d'experts.

Les résultats montrent que l'incertitude pour les deux types d'experts s'est avérée parfois élevée (quantité de travail en hommes par jour), moyenne (rendement moyen) ou faible (prix bord champ, temps de travail en heures par jour) selon la quantité élicitée pour chacune des

spéculations. Les résultats montrent que pour les deux types d'experts considérés (les experts de la communauté scientifique et technique et les producteurs), les rendements en AN sont meilleurs que ceux reportés dans la littérature en AB certifiée pour le manioc et la banane plantain. Concernant le prix bord champ en AN et AC, les résultats indiquent qu'en moyenne, après avoir comparé les informations fournies par les deux types d'experts, il n'y a pas une différence significative entre les deux systèmes. Pour le coût de travail, les résultats montrent que la quantité de travail est plus faible en AN par rapport à l'AC et que le temps de travail est sensiblement égal dans les deux systèmes.

Cette étude montre que l'élicitation fournit une distribution plausible des valeurs des quantités élicitées. Nous avons montré qu'elle peut être utilisée pour présenter de manière transparente le jugement d'un expert et l'incertitude associée. Mais, il semble nécessaire de réaliser de nouvelles élicitations pour améliorer cet outil.

Remerciement

Les auteurs remercient le dispositif de partenariat agroforesterie du Cirad au Cameroun d'avoir financé les enquêtes, ainsi que l'institut Carnot Plant2Pro (projet Licite) et le projet méta-programme GloFoods ABASS (INRA-CIRAD). Les auteurs remercient enfin le projet SERVInnov d'avoir financé la participation à cette conférence.

Bibliographie

- Albert I, Ancelet S, David O, Denis JB, Makowski D, Parent E, et al .(2015) . Initiation à la statistique bayésienne-Bases théoriques et applications en alimentation, environnement, épidémiologie et génétique. Paris, FRA: Edition Ellipses.
- Andriamampianina L, Temple L, de Bon H, Malézieux E, et Makowski D. (2018). « Évaluation pluri-critères de l'agriculture biologique en Afrique subsaharienne par élicitation probabiliste des connaissances d'experts. Cahiers Agricultures, 27,4, 45002.
- Banque Mondiale, et FAO. (2008). Etude de compétitivité de la chaîne de valeur agricole au Cameroun . Banque mondiale.

- Baudry J, Karem E, Touvier M, Allès B, Seconda L et al. (2018). The Frequency of Organic Food Consumption Is Inversely Associated with Cancer Risk: Results from the NutriNet-Santé Prospective Cohort , *JAMA Internal Medicine*, 10.
- Bayiha GDLP, Temple L, Mathe S, et Nesme T. (2019). Typologie et perspective d'évolution de l'agriculture biologique au Cameroun. *Cahiers Agricultures*, 28, 3, 1-8.
- Bolger F, et Wright G. (2017). Use of expert knowledge to anticipate the future: Issues, analysis and directions . *International Journal of Forecasting*, 33, 1, 230- 43.
- Bootz JP, Lièvre P, et Schenk E. (2019). L'enquête comme logique de sollicitation des experts en mode exploration : analyse de deux expéditions en milieux extrêmes . *Innovations*, 58, 1, 49.
- Chen M., Brun F, Raynal M, Debord C, et Makowski D. (2019). Use of Probabilistic Expert Elicitation for Assessing Risk of Appearance of Grape Downy Mildew. *Crop Protection*, 126 (décembre), 104926.
- Clemen RT, et Winkler RL. (1999). Combining probability distributions from experts in risk analysis. *Risk analysis*, 19, 2, 187–203.
- Clemen RT, Fischer GW, et Winkler RL. (2000). « Assessing dependence: Some experimental results ». *Management Science* 46 (8): 1100–1115.
- Clemen RT, Reilly T. (2001). *Making Hard Decisions with DecisionTools*. [2nd rev. ed.]. [Pacific Grove, CA] , Duxbury Thomson Learning.
- De Bon H, Temple L, Malézieux E, Bendjebbar P, Fouilleux E. (2018). L'agriculture biologique en Afrique : un levier d'innovations pour le développement agricole. *Perspective - Cirad*, 48, 1 - 4.
- De Ponti T, Rijk B, and van Ittersum MK. 2012. The Crop Yield Gap between Organic and Conventional Agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 4 , 1–9.
- European Food Safety Authority. (2014). « Guidance on Expert Knowledge Elicitation in Food and Feed Safety Risk Assessment: Guidance on Expert Knowledge Elicitation ». *EFSA Journal*, 12, 6, 3734.
- Frey HC, Crawford-Brown D, Junyu Z, et Loughlin D. (2003). Hierarchy of methods to characterize uncertainty: State of science of methods for describing and quantifying uncertainty . Research Triangle Park, NC: Prepared Under EPA Contract No. 68-D-00-265, Work Assignment 2–24, via E.H. Pechan and Associates, for U.S. Environmental Protection Agency.

- IFOAM. (2009). Définitions: Ifoam. <https://www.ifoam.bio/fr/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>
- Johnson SR, Tomlinson GA, Hawker GA, Granton JT, Grosbein HA, et Feldman BM. (2010). A valid and reliable belief elicitation method for Bayesian priors . *Journal of clinical epidemiology*, 63, 4, 370–383.
- Morgan MG et Henrion M. 1992. *Uncertainty: a guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis*. Cambridge university press.
- Morgan MG. (2014) . Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy . *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 20: 7176–7184.
- Morris DE., Jeremy EO, et John AC. (2014). A Web-Based Tool for Eliciting Probability Distributions from Experts . *Environmental Modelling & Software*, 52 (février), 1- 4.
- Muller A, Schader C, El-Hage Scialabba N, Brüggemann J, Isensee A, Erb KH, et al. (2017). Strategies for Feeding the World More Sustainably with Organic Agriculture. *Nature Communications*, 8, 1.
- Ortiz NR, Wheeler TA, Breeding RJ, Hora S, Meyer MA, et Keeney RL. (1991). Use of expert judgment in NUREG-1150. *Nuclear Engineering and Design*, 126, 3, 313- 31.
- O’Hagan A, Buck CE, Daneshkhah A, Eiser JR, Garthwaite PH, Jenkinson DJ, et al. (2006). *Uncertain Judgements: Eliciting Experts’ Probabilities*. » Hoboken, NJ: Wiley. Xiii+321 Pp. US\$75.00. ISBN: 978-0-470-02999-2. *Psychometrika*, 73, 1, 163.
- O’Hagan A. (2012). Probabilistic uncertainty specification: Overview, elaboration techniques and their application to a mechanistic model of carbon flux . *Environmental Modelling & Software*, 36, 35–48.
- Seufert V, Ramankutty N, et Foley J. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 7397, 229-32.
- Soll JB, et Klayman J. (2004). Overconfidence in interval estimates. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 2, 299.
- Touzard JM, et Temple L. (2012). Sécurisation alimentaire et innovation dans l’agriculture et l’agroalimentaire: vers un nouvel agenda de recherche? *21*, 5, 1-9.
- US Environmental Protection Agency . (2011). Expert elicitation task force. White paper, DOI:[https://yosemite.epa.gov/sab/sabproduct.nsf/0/F4ACE05D0975F8C68525719200598BC7/\\$File/Expert_Elicitation_White_Paper-January_06_2009.pdf](https://yosemite.epa.gov/sab/sabproduct.nsf/0/F4ACE05D0975F8C68525719200598BC7/$File/Expert_Elicitation_White_Paper-January_06_2009.pdf)

- Whitney CW, Lanzasova D, Muchiri C, Shepherd KD, Rosenstock TS, Krawinkel M, et al. (2018). « Probabilistic Decision Tools for Determining Impacts of Agricultural Development Policy on Household Nutrition ». *Earth's Future*, 6, 3, 359- 72.
- Wilbois KP, et Schmidt J. (2019). Reframing the Debate Surrounding the Yield Gap between Organic and Conventional Farming . *Agronomy*, 9, 2, 82.
- Willer H, et Lernoud J. (2019). *The World of Organic Agriculture. Statistics and emerging trends 2019*. Frick. Switzerland: FiBL and IFOAM.