
Systemes agricoles et système d'indicateurs: évaluation de l'impact du changement climatique sur la sécurité alimentaire dans un bassin d'inondation amazonien

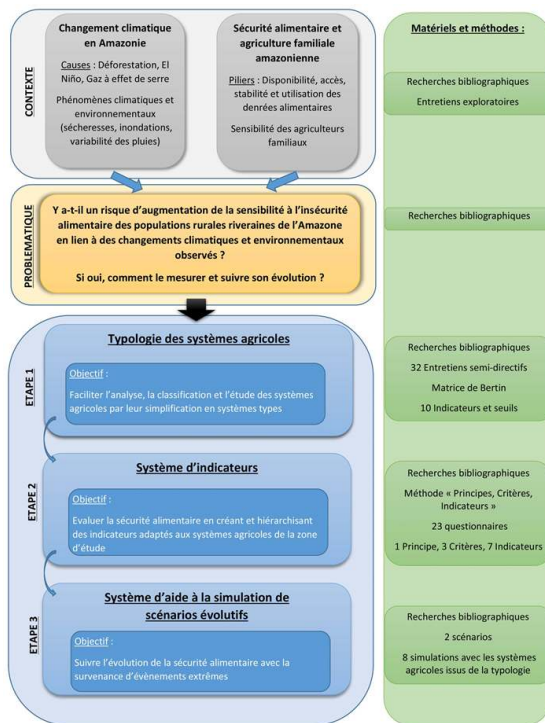
Sistemas agrícolas e sistema de indicadores: avaliação do impacto das alterações climáticas sobre a segurança alimentar numa bacia de inundação da Amazônia
Agricultural systems and indicator system: assessing the impact of climate change on food security in an Amazonian flood basin

Marie Flore Doyen, Anne Elisabeth Laques, Helen Gurgel e Lucas Garcia

Les travaux de recherche qui ont donné lieu à cet article ont été financés par le projet Clim-Fabiam (FRB) et le LMI Laboratoire Mixte International « Observatoire des Changements Environnementaux » (IRD), supervisés par Marie-Paule Bonnet. L'auteur remercie le laboratoire LAGAS du Département de géographie de l'Université de Brasília pour l'avoir accueillie au cours de ses missions, ainsi que Anne Elisabeth Laques, Helen Gurgel, Lucas Garcia, Eudes Bonfim et Julie Roussel pour l'aide et les informations apportées. Les remerciements de l'auteur vont également à Antonio Oliveira, président de la FEAGLE et aux familles de Terra Preta, Piraquara, Piedade et Soledade, qui m'ont informée et accueillie durant le travail de terrain (juin et septembre 2015). L'auteur remercie également Mr Hervé Brustel pour ses conseils dans la rédaction de ce travail.

- 1 En 2014 lors de la Conférence de Lima, les Parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques avaient reconnu l'impact du changement climatique sur la sécurité alimentaire et ses conséquences dramatiques sur les populations déjà victimes de la faim. L'insécurité alimentaire et le changement climatique sont deux problématiques qui vont de pair et en 2015, M. José Graziano da Silva, Directeur général de la FAO, s'était félicité de l'accord signé à Paris dans le cadre de la COP21, qui reconnaît « la priorité fondamentale consistant à sauvegarder la sécurité alimentaire et à éliminer la faim ainsi que la vulnérabilité particulière des modes de production alimentaire aux effets du changement climatique » (FAO, 2015). La sécurité alimentaire est définie par ses quatre piliers : la disponibilité des denrées alimentaires, leur accessibilité, leur utilisation et leur stabilité dans le temps et dans l'espace.
- 2 En Amazonie, ce sont les populations locales situées sur les bords de l'Amazone, vivant majoritairement de l'agriculture et de la pêche, qui sont les premières touchées par le changement climatique. Elles sont confrontées au risque de mauvaises récoltes, de pertes de bétail et de disponibilités réduites en produits halieutiques, aquacoles et forestiers (HLPE, 2012). Pour des populations largement tournées vers l'autoconsommation de leurs propres productions, dont la connexion avec les marchés alimentaires reste limitée, la question de sécurité alimentaire se pose particulièrement.
- 3 L'évaluation de la sensibilité des systèmes agricoles des populations locales aux changements climatiques permet de déterminer le degré de risque de la sécurité alimentaire et de comprendre les points de fragilité des systèmes de production lorsqu'ils sont soumis à des événements extrêmes.
- 4 L'objectif de cette étude est de montrer, via un système d'indicateurs, l'impact d'événements extrêmes, principalement liés au changement climatique, sur la sécurité alimentaire de quatre communautés du bassin d'inondation le Lago Grande de Curuaï.
- 5 Après une brève présentation de la zone d'étude et de son contexte, l'étude se décomposera en trois temps (Figure 1) : premièrement, une typologie des systèmes agricoles est effectuée afin de comprendre les dynamiques agricoles de la zone d'étude. Deuxièmement, un système d'indicateurs est élaboré selon la méthode « Principes, Critères, Indicateurs » et permet d'évaluer la sécurité alimentaire des populations à l'échelle des systèmes agricoles issus de la typologie. Troisièmement, l'utilisation d'un système d'aide à la simulation, basé sur le système d'indicateurs, permet de mettre en place plusieurs scénarios comparant l'état de sécurité alimentaire avec et sans événements extrêmes.

Figure 1 Schéma méthodologique

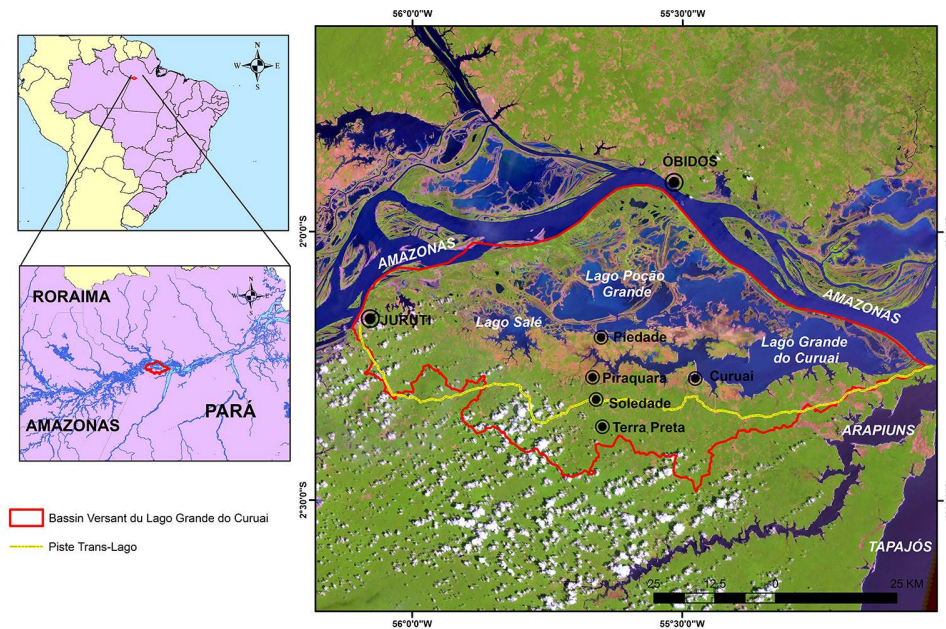


Le Lago Grande de Curuaï, un bassin d'inondation menacé par des événements climatiques extrêmes

Un transect nord-sud pour appréhender les différentes situations des communautés locales présentes dans le bassin d'inondation

- Le Lago Grande de Curuaï est un bassin d'inondation situé à une centaine de kilomètres de Santarem, dans l'état du Para (Garcia, 2015). Il peut être divisé en deux parties distinctes : la plaine d'inondation, aussi appelée varzea, système complexe de plus d'une trentaine de lacs interconnectés, reliés à la rivière Amazone et inondés chaque année de 3 à 6 mois, et la terre ferme, jamais inondée (Bourgoin et al., 2007).
- Quatre communautés ont été choisies pour mener cette étude le long d'un transect nord-sud, depuis la partie haute du bassin versant vers sa partie basse, afin de rendre compte de la diversité des systèmes agricoles. Deux des communautés choisies se situent en zone de terre ferme (Terra Preta et Soledade), une autre à la limite entre la terre ferme et la zone inondable (Piraquara) et la dernière en varzea (Piedade) (Figure 2). Une piste nord-sud joint les communautés entre elles et croise la piste principale est-ouest (la Translago) qui relie les deux principaux centres urbains de la zone : Curuaï (20 milles habitants) et Juruti (53 milles habitants). L'accès à Santarem, centre économique et administratif de la région, se fait par bateau. A l'instar du Lago Grande, les communautés ciblées ont un accès limité au réseau téléphonique, aux services administratifs, bancaires, infrastructures de santé et assistance technique.

Figure 2 : Présentation de la zone d'étude : le Lago Grande de Curuai et les quatre communautés du transept : Piedade, Piraquara, Soledade et Terra Preta.



Source : Garcia, 2015.

Les systèmes agricoles locaux déjà fragilisés par les événements extrêmes

- 8 L'agriculture locale est touchée par les changements climatiques qui provoquent une dérégulation du régime des crues (Haentjens, 2014). Une augmentation des hauteurs d'eau moyennes maximales lors des crues (différence de plus d'un mètre entre 1984 et 2014) et une augmentation du temps d'inondation ont été observé (Bonnet, 2015).
- 9 Certains auteurs (Haentjens, 2014 ; Roussel, 2015), ainsi que les récentes enquêtes de terrain réalisées dans la région (projet Clim-Fabiam) démontrent qu'auparavant, les sols de *varzea*, fertiles et riches en nutriments, étaient cultivés en maraîchage, ce qui n'est plus possible aujourd'hui du fait d'un temps d'étiage trop court. L'augmentation du temps d'inondation a réduit le temps de disponibilité des pâturages de *varzea*, qui pour certains éleveurs représente la perte d'un mois d'engraissement des bêtes. Une intensification de l'élevage et une augmentation des cheptels est observée, ayant pour objectif de contre balancer l'augmentation de la mortalité des animaux liée à une pression fourragère plus importante. Avec la saturation du foncier en terre ferme, entraînant une augmentation du coût de location des pâturages, les habitants sont obligés d'ouvrir de nouveaux pâturages en forêt.
- 10 En terre ferme, la force des sécheresses, le décalage des premières pluies, ainsi que l'intensification des précipitations met à mal la culture de manioc, déjà fragilisée par des prix bas. Avec de nombreux éleveurs et agriculteurs qui diversifient leurs activités en se tournant vers la pêche et avec l'attrait du *seguro* (bourse destinée aux pêcheurs), le nombre de pêcheurs augmente régulièrement chaque année. Cela, ajouté à la pêche

industrielle et à l'augmentation de la longueur et de l'importance des crues, les rendements de pêche ont tendance à diminuer, surtout lorsque les eaux sont hautes.

- 11 La majorité des habitants dépendent de leurs activités agricoles pour leur alimentation. La fragilisation de leurs systèmes agricoles peut impacter négativement leur sécurité alimentaire. Pour leur alimentation, les habitants possèdent deux ressources distinctes d'une importance égale : la possibilité d'autoconsommation de leur production (*farinha*¹, fruits et légumes, poisson) et la capacité d'achat de nourriture dans les commerces (riz, sucre, produits transformés). De plus, les revenus de la majorité des habitants dépendent directement des ressources agricoles. Ainsi, la disponibilité des denrées alimentaires mais aussi leur accès sont fragilisés par les événements extrêmes au travers des perturbations que subissent les systèmes agricoles (HLPE, 2012).

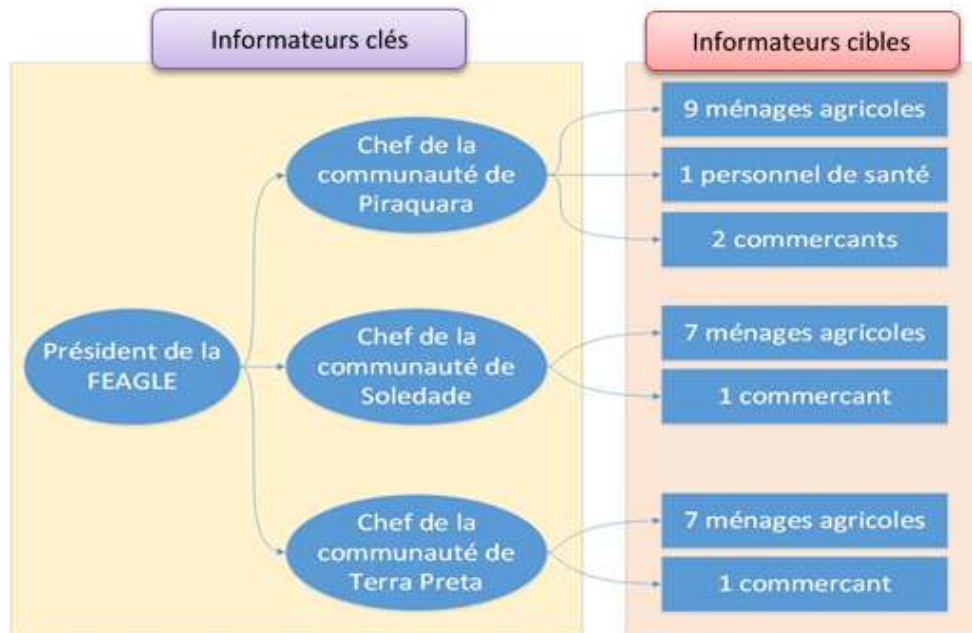
L'analyse des systèmes agricoles au travers d'une typologie

- 12 L'interconnexion entre alimentation et activités agricoles étant importante dans le Lago Grande de Curuaï, l'étude s'intéresse dans cette première partie aux systèmes agricoles présents dans la zone d'étude. Afin de faciliter l'analyse, la classification et l'étude des systèmes agricoles, une typologie a été créée à partir des informations récoltées auprès des populations locales. La typologie est composée de dix indicateurs qui permettent de déterminer quatre systèmes agricoles types.

La récolte des données

- 13 Les informations ont été récoltées via des entretiens semi-directifs auprès d'acteurs locaux des communautés étudiées. Deux catégories d'acteurs ont été interrogées : les informateurs clés qui sont des personnes qui possèdent une connaissance approfondie de la vie des communautés (Chefs de village et président de la FEAGLE²) et les informateurs cibles (ménages agricoles, commerçants et personnels de santé) (inspiré de FISCC, 2005).
- 14 Le choix des informateurs cibles s'est fait suivant la méthode boule-de-neige. Cette méthode consiste à demander aux premiers acteurs interviewés, dans notre cas les informateurs clés, d'indiquer d'autres acteurs susceptibles de détenir des informations pouvant faire avancer la question posée, ici les informateurs cibles (Berthier, 2006).
- 15 Trente-deux entretiens ont été effectués : quatre avec des informateurs clés (le président de la FEAGLE et les chefs des communautés de Piraquara, Soledade et Terra Preta³) et vingt-huit avec des informateurs cibles (vingt-trois avec des ménages agricoles, quatre avec des commerçants et un avec un personnel de santé) (Figure 3).

Figure 3 : Entretiens effectués avec les informateurs clés et les informateurs cibles selon la méthode boule de neige



La typologie des systèmes agricoles

- 16 L'élaboration de typologies est une des méthodes les plus employées pour comprendre l'organisation et le fonctionnement de l'agriculture dans sa grande diversité (Deffontaines et Petit, 1985 ; Perrot et Landais, 1993 ; Cocher et Devienne, 2006). La typologie des systèmes agricoles a pour finalité l'identification des différences entre les systèmes agricoles ainsi que leur réunion en types semblables, présentant un fonctionnement et une combinaison d'activités similaires (Sousa, 2006).
- 17 Afin de construire la typologie, des indicateurs et des seuils ont été définis en fonction des principales activités agricoles observées. Les indicateurs, relativement simples, se basent sur des éléments structurels et les grandes orientations de production des agriculteurs. Les seuils, adaptés au Lago Grande de Curuai, sont définis à l'aide des informations obtenues lors des entretiens et sont ensuite classés en trois catégories : fort, moyen, faible (Tritsch, 2008) (Tableau 1).

Tableau 1 : Pôles d'agrégation regroupant les indicateurs choisis et les seuils utilisés

Activité	Indicateur	Seuils		
		Fort	Moyen	Faible
Agriculture	Surface totale d'abattis de manioc	< 2 ha	1-2 ha	> 1 ha
	Régularité de la vente de farine de manioc	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par semestre	Plusieurs fois par an

	Force de travail dédiée à la culture de manioc	Parents + enfants	Parents	Un seul parent
Elevage	Cheptel	> 60 têtes	10-60 têtes	< 10 têtes
	Surface de pâturages en terre ferme	> 20ha	5-20 ha	< 5ha
	Nombre de têtes vendues par an	> 10 têtes	3-10 têtes	< 3 têtes
Chasse	Régularité de la chasse	Plusieurs fois par semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
Cueillette	Régularité de la cueillette	Plusieurs fois par semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
Pêche	Régularité de la pêche	Plusieurs fois par semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
	Régularité de la vente de poisson	Plusieurs fois par semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an

- 18 Après la définition des indicateurs et des seuils permettant de distinguer les principales activités agricoles, les informations relatives à chaque ménage agricole interrogé sont rentrées dans le tableau. A chaque ménage agricole est associé un identifiant (de 0 à 23). L'affectation des agriculteurs à un système agricole type est réalisée par sémiologie graphique à l'aide d'une matrice de Bertin (Bertin, 1980). Cette méthode a déjà été utilisée pour la construction d'une typologie des systèmes agricoles en Amazonie (Tritsch, 2008). Une couleur est affectée à chaque donnée qualitative : le rouge pour « fort », l'orange pour « moyen » et le jaune pour « faible ». Chaque enquêté se voit octroyer une couleur pour chaque indicateur. Les ménages agricoles semblables, dont les indicateurs ont des couleurs similaires, sont ensuite regroupés selon la méthode visuelle de Bertin.
- 19 La visualisation graphique de la typologie (Tableau 2) permet de définir quatre grands types de systèmes agricoles : le système agroforestier (composé de 26% des ménages agricoles interrogés), le système agricole spécialisé (13% des ménages agricoles interrogés), le système agro-pastoral (22% des ménages agricoles interrogés) et le système piscicole diversifié (35% des ménages agricoles interrogés).

Tableau 2 : Visualisation graphique de la typologie des systèmes agricoles via la matrice de Bertin

Village majoritaire		Terra Preta					Soledade						Piraquara							Autre				
Système		Agro-forestier					Agricole spécialisé			Agro-pastoral			Piscicole diversifié											
Type de famille agricole		Agro-Extractiviste					Agriculteur spécialisé			Agro-éleveur			Agro-éleveur-pêcheur		Éleveur-pêcheur		Agro-pêcheur							
Activité	Indicateur	1	9	2	4	7	5	14	15	13	3	10	6	16	12	22	8	20	21	23	17	19	11	18
Agriculture	Surface d'abattis de manioc	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	Régularité de la vente de produits agricoles	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	Force de travail dédiée à la culture de manioc	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Élevage	Cheptel	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	Surface de pâturages TF	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	Nombre de têtes vendues par an	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Pêche	Régularité de la pratique	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	Régularité de la vente de poisson	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Chasse	Régularité de la pratique	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Extractivisme	Régularité de la pratique	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen

Légende	
Seuils	Communautés
Fort	Ménage agricole
Moyen	ID
Faible	

Un système d'indicateurs de la sécurité alimentaire adapté aux systèmes agricoles du Lago Grande de Curuai

- 20 A partir des informations récoltées auprès des acteurs locaux et des indicateurs issus de la typologie des systèmes agricoles, un système d'indicateurs de la sécurité alimentaire a été créé. Il a pour objectif de mesurer à l'aide d'une note la sécurité alimentaire à l'échelle des systèmes agricoles déterminés lors de la typologie. Il prend pour base la définition de la sécurité alimentaire, mais adapté à la zone d'étude, il prend surtout en compte les piliers de disponibilité et d'accès, qui se traduisent principalement par la possibilité d'autoconsommation et d'achat de denrées alimentaires. Les critères et indicateurs proposés se basent sur des références bibliographiques liées à la sécurité alimentaire (principalement FISCC, 2005 ; PAM, 2005 ; ACF, 2010 ; PAM, 2009 ; Food security cluster, 2014). Ils sont cependant adaptés à la réalité du Lago Grande de Curuai.

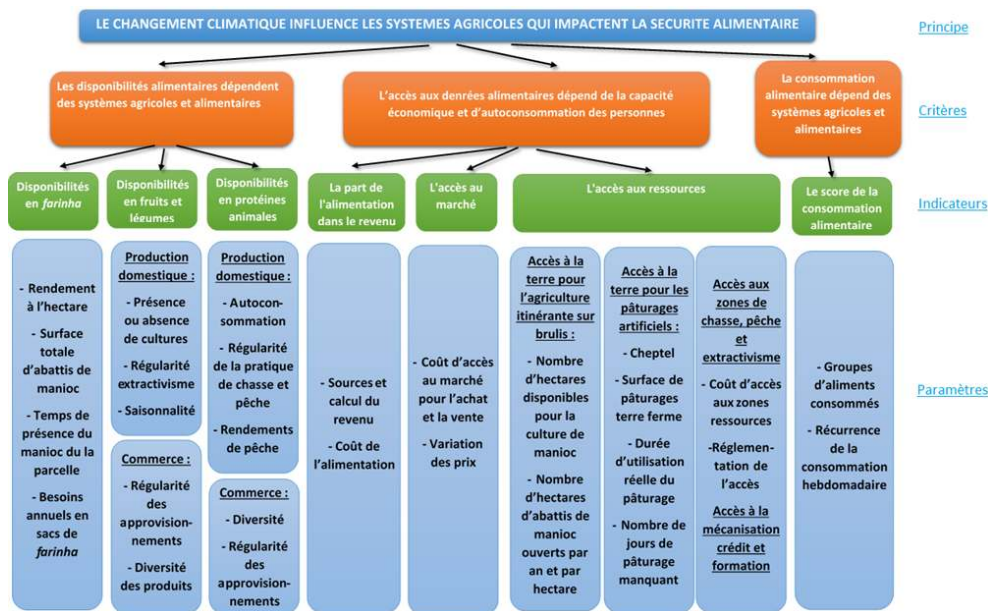
Une évaluation selon la méthode « PCI »

- 21 La création du système d'indicateurs est faite en suivant la méthode « Principe, Critères, Indicateurs » (Valette *et al.*, 2010). Cette méthode constitue un moyen de collecte, de hiérarchisation et d'organisation des informations, visant à faciliter l'évaluation et la vulgarisation d'un sujet complexe donné (Mandoza et Macoun, 2000 ; FNCIVAM, 2008). Utilisée pour l'évaluation de la durabilité de pratiques en aquaculture (Valette *et al.*, 2010), pour la gestion des forêts (Mandoza et Macoun, 2000 ; Lescuyer, 2002), cette

méthode est aussi utilisée pour évaluer la durabilité de ressources naturelles dans le Lago Grande de Curuai (Bomfim, 2016). Dans cette étude, elle est adaptée à la sécurité alimentaire en prenant en compte les conditions et les particularités de la zone d'étude.

- 22 La base de la méthode « Principes, Critères, Indicateurs » vient de l'enchaînement logique entre le(s) principe(s), les critères et les indicateurs.
- 23 Un « Principe » est décrit comme un raisonnement qui permet de légitimer les critères et les indicateurs. Les « Critères » précisent la signification et le sens du principe, sans pour autant être une mesure réelle. Ils sont des niveaux intermédiaires qui intègrent l'information fournie par les indicateurs, le principe constituant le point final de cette intégration. Les « Indicateurs » correspondent à des variables ou composantes du système étudié. Ils ne véhiculent qu'une seule information, qui représente l'agrégation d'une ou plusieurs données entre elles, que nous appellerons « paramètres » (Mandoza et Macoun, 2000 ; Lescuyer, 2002 ; Valette *et al.*, 2010).
- 24 Le « Principe » choisi est : le changement climatique influence les systèmes agricoles qui impactent la sécurité alimentaire (Drapeau *et al.*, 2011 ; HLPE, 2012 ; FAO, 2008 ; Salas y melia, 2015) (Figure 4).
- 25 De ce « Principe » vont ensuite découler trois critères :
 - les disponibilités alimentaires dépendent des systèmes agricoles et alimentaires ;
 - l'accès aux denrées alimentaires dépend de la capacité économique et d'autoconsommation des personnes ;
 - la consommation alimentaire dépend des systèmes agricoles et alimentaires.
- 26 De ces « Critères » vont découler les indicateurs, issus d'une analyse multicritère par classement, permettant de dégager les indicateurs choisis en fonction de leur pertinence, de leur facilité de calcul et de leur adaptabilité à la zone d'étude. Ils sont au nombre de sept :
 - les disponibilités en *farinha* ;
 - les disponibilités en fruits et légumes ;
 - les disponibilités en protéines animales ;
 - la part de l'alimentation dans le revenu ;
 - l'accès au marché ;
 - l'accès aux ressources ;
 - le score de la consommation alimentaire.
- 27 Les paramètres utilisés pour la construction des indicateurs sont en majorité issus de la typologie des systèmes agricoles.

Figure 4 Changement climatique et systèmes agricoles



Un principe, trois critères et sept indicateurs

Critère 1 : les disponibilités alimentaires dépendent des systèmes agricoles et alimentaires

- 28 D'après le PAM, « les disponibilités alimentaires sont les vivres à disposition dans la zone étudiée issus de la production intérieure sous toutes ses formes, des importations commerciales et de l'aide alimentaire » (PAM, 2009). Dans le contexte de la zone d'étude, la production locale et les importations alimentaires des marchés sont principalement prises en compte. Le premier « Critère » prend en compte les disponibilités des trois éléments essentiels de la nutrition : les glucides, les fibres et les protéines. Les sources principales de ces trois éléments sont identifiées (la *farinha*, les fruits et légumes et le poisson) lors des entretiens ainsi que leur quantité disponible ou leur présence dans les milieux observés (domestique et commercial). L'aide alimentaire, de même que les stocks ne sont pas pris en compte, car négligeables.

Indicateur 1 : les disponibilités en farine de manioc

- 29 La farine de manioc, ou *farinha*, est un aliment de base présent dans les repas de la grande majorité des habitants et largement autoconsommée. Cet indicateur a pour objectif de déterminer si la production domestique de *farinha* est suffisante pour répondre aux besoins de la famille productrice. La production se traduit par un rendement, rapporté à la famille et à l'année. Il évalue la quantité de *farinha* disponible pour l'autoconsommation familiale durant 1 an. Il évalue aussi les disponibilités présentes dans les magasins.

Indicateur 2 : les disponibilités en fruits et légumes

- 30 Lors des entretiens, le manque de disponibilités en fruits et légumes et de l'existence de carences liées à ce manque a été mis en évidence par les habitants de la zone d'étude. Les

disponibilités en fruits et légumes sont évaluées à deux niveaux : la production domestique et l'importation par les commerces, qui sont les sources principales de fruits et légumes dans la région. Pour la production domestique, l'indicateur montre si la disponibilité existe (abattis de légumes, verger, jardinières, régularité de la pratique de la cueillette) et si elle est régulière sur toute l'année. Pour les magasins, l'indicateur montre si les produits proposés sont diversifiés et présents toute l'année. Ainsi, cet indicateur indique s'il existe une variété de fruits et légumes disponibles dans la zone d'étude de manière régulière.

Indicateur 3 : les disponibilités en protéines animales

- 31 Comme pour les disponibilités en fruits et légumes, les disponibilités en protéines animales sont évaluées pour la production domestique et pour les commerces. La production domestique est évaluée par la régularité des activités de chasse et pêche ainsi que par les rendements de poisson, source protéique importante pour tous les ménages. La régularité de l'autoconsommation est aussi prise en compte. Pour les commerces, l'indicateur montre si les produits proposés sont diversifiés et si les approvisionnements sont réguliers.

Critère 2 : l'accès aux denrées alimentaires dépend de la capacité économique et d'autoconsommation des personnes

- 32 Toujours selon la définition du PAM, « L'accès de toute personne aux ressources nécessaires pour pouvoir acquérir les aliments nécessaires à un régime alimentaire nourrissant. Ces ressources peuvent comprendre tant les ressources monétaires que les droits d'accès nécessaires pour produire des aliments » (PAM, 2009). Le deuxième « Critère » prend en compte l'accès monétaire, l'accès physique et la possibilité de production avec l'accès aux ressources, qui semblent les plus adaptés à la zone d'étude. L'accès monétaire est indispensable pour certains produits, l'accès physique renvoie au manque d'infrastructures et à la difficulté de déplacement et la possibilité de production renvoie à la possibilité d'autoconsommation et de vente (FAO, 2002).

Indicateur 4 : la part de l'alimentation dans le revenu

- 33 La part de l'alimentation dans le revenu permet d'évaluer si les denrées alimentaires sont accessibles financièrement aux ménages. Au Brésil comme en France, elle est d'environ 16% (INPEA, 2007 ; INSEE, 2006) et est comprise entre 30 et 50% pour les ménages en dessous du seuil de pauvreté (Caillavet *et al.*, 2006). Dans les pays en développement, à partir de 75% elle peut être synonyme d'insécurité alimentaire (PAM, 2014). Cet indicateur permet d'évaluer si les denrées alimentaires sont accessibles financièrement aux ménages. La précision du système de calcul permet de faire varier plusieurs paramètres comme le prix de certaines denrées ou le nombre d'animaux vendus.

Indicateur 5 : l'accès au marché

- 34 L'indicateur sur l'accès au marché vise à mettre en relief l'accessibilité du marché pour l'achat et la vente en fonction de la qualité des infrastructures et du prix du transport mais aussi la variabilité des prix de la *farinha* et des protéines animales en fonction des

saisons. La possibilité de vente de la production à des acheteurs extérieurs est aussi prise en compte.

Indicateur 6 : l'accès aux ressources

- 35 L'indicateur d'accès aux ressources permet d'évaluer si les ménages ont un accès suffisant aux ressources pour produire leurs propres denrées alimentaires. Les ressources permettant une activité agricole se traduisent dans cet indicateur par la terre (surface agricole disponible mesurée par le temps de jachère et le temps de pâturage en terre ferme disponible), les espaces d'activités agricoles (espaces communautaires ou privés, réglementation) et la technologie, crédit et formation. La terre étant une des ressources les plus importantes pour l'agriculture et un mauvais accès à la terre étant souvent sujet d'insécurité alimentaire (FAO, 2002), elle est au centre de cet indicateur. L'irrigation n'étant pas pratiquée, le paramètre d'accès à l'eau n'a pas été retenu.

Critère 3 : la consommation alimentaire dépend des systèmes agricoles et alimentaires

- 36 La consommation alimentaire reprend les concepts de salubrité, de nutrition et des habitudes sociaux-culturelles liées à l'alimentation (PAM, 2009). Ce critère étant l'un des piliers de la sécurité alimentaire il est pris en compte ici par un indicateur appelé le « Score de la Consommation Alimentaire (SCA) ».

Indicateur 7 : le Score de la Consommation Alimentaire

- 37 Le SCA est un indicateur utilisé par le PAM (PAM, 2009) prenant en compte la valeur nutritionnelle des aliments consommés par le ménage. Il est calculé à partir des groupes d'aliments et de la fréquence à laquelle ils sont consommés sur une période de sept jours (PAM, 2009). Le SCA repose sur la diversité du régime alimentaire (nombre de groupes d'aliments consommés par un ménage sur une période de référence), la fréquence de consommation (nombre de jours au cours desquels un groupe d'aliments donnés a été consommé sur une période de référence) et l'importance nutritionnelle relative des différents groupes d'aliments. Cependant, le score reflète seulement la consommation d'une semaine et ne traduit pas les variations saisonnières (Nddiaye et Vam, 2014).
- 38 Vingt-trois entretiens courts d'une dizaine de minutes de type directifs, visant à renseigner directement la consommation alimentaire des ménages, sont effectués dans les communautés de Piraquara, Soledade et Terra Preta.

Une échelle de valeurs qui combine les indicateurs pour évaluer la sécurité alimentaire

- 39 L'objectif du système d'indicateurs est de proposer une note de la sécurité alimentaire, obtenue à l'échelle du ménage agricole. Cette note permet facilement de donner une idée de l'état de sécurité alimentaire dans lequel se trouve le ménage étudié, en prenant particulièrement en compte les piliers de la disponibilité et de l'accès aux denrées alimentaires.

- 40 Chaque indicateur obtient une note et la note finale de la sécurité alimentaire est obtenue par la moyenne des notes des indicateurs. Aucune pondération complémentaire n'est apportée car il est considéré que tous les indicateurs ont la même importance. Cependant, une pondération se fait automatiquement à l'échelle des critères, qui ne sont pas tous composés d'un même nombre d'indicateurs. Les critères portant sur les disponibilités et l'accès des denrées alimentaires comportent chacun trois indicateurs, alors que celui sur la consommation alimentaire en comporte un seul. La consommation alimentaire n'est pas l'objet principal de cette étude et n'est représentée que par le SCA.
- 41 La note finale est reportée dans une échelle discrète graduée de 0 à 8, élaborée à dire d'experts (tableau 3).

Tableau 3 : Echelle de notation évaluant la sécurité alimentaire de 0 à 8.

Classe	Note	Evaluation
Insécurité alimentaire	0	Insécurité alimentaire très critique.
	1	Insécurité alimentaire critique.
	2	Début d'insécurité alimentaire
Sensibilité à la sécurité alimentaire	3	Tendance à l'insécurité alimentaire
	4	Neutralité
	5	Tendance à la sécurité alimentaire
Sécurité alimentaire solide	6	Début de sécurité alimentaire
	7	Sécurité alimentaire avérée
	8	Sécurité alimentaire solide

- 42 L'échelle choisie, de type numérique, est composée de 9 points. Cette échelle, en comparaison aux échelles contenant moins de points (5 ou 7) permet une plus grande précision dans l'évaluation et possède l'avantage de diviser l'évaluation en trois classes équilibrées : insécurité alimentaire, sécurité alimentaire sensible (requiert une vigilance particulière) et sécurité alimentaire solide. 0 signifie une insécurité alimentaire sévère, 8 une sécurité alimentaire solide et 4 la neutralité.
- 43 En étant sous la forme impaire, cette échelle de mesure, permet de positionner l'état de sécurité alimentaire de manière neutre sur la mesure médiane de l'échelle. Une couleur est associée à chaque numéro, avec un dégradé rouge de 0 à 3 et un dégradé bleu de 5 à 8, permettant une division visuelle et simplifiant la compréhension de l'échelle de valeurs.

D'un système d'indicateurs à la création d'un système d'aide à la simulation de scénarios évolutifs

- 44 Le système d'indicateurs est composé de nombreuses variables qui influencent les notes obtenues par les indicateurs et donc la note finale de sécurité alimentaire. Des scénarios ont été imaginés afin d'utiliser la grande maniabilité du système d'indicateurs et de mettre en relief le poids de certaines variables et les conséquences induites par des changements extrêmes sur la sécurité alimentaire. Afin de faciliter la production de scénarios, un système d'aide à la simulation, basé sur le système d'indicateurs, a été créé.
- 45 . Deux scénarios ont été étudiés : le scénario de la continuité et le scénario avec d'importants événements extrêmes.

- 46 Le premier scénario respecte la situation actuelle du Lago Grande de Curuai. Les informations propres à chaque ménage agricole interrogé ont été rentrées dans le système d'aide à la simulation telles quelles sont observées (pratiques agricoles, foncier, situation économique...).
- 47 Ainsi, chaque acteur s'est vu attribué une note de la sécurité alimentaire suivant l'échelle de valeur présentée (de 0 à 8), illustrant la situation observée sur le terrain. Le calcul est fait pour chaque ménage et est ensuite rapporté au système agricole grâce à la typologie.
- 48 Le deuxième scénario met en scène la survenance d'évènements climatiques et anthropiques extrêmes (sécheresse, forte crue et surpêche). Les changements pris en compte proviennent de deux études sur la perception des changements agricoles induits par le changement climatique (Haentjens, 2014 ; Roussel, 2015), ainsi que des informations récoltées lors des entretiens (principalement avec les chefs de village) (Tableau 4).
- 49 Ce scénario a pour objectif d'illustrer l'impact d'évènements extrêmes liés au changement climatique (la surpêche est due à la difficulté que rencontrent les agriculteurs pour pratiquer l'agriculture et l'élevage et qui se tournent vers la pêche (Roussel, 2015)) sur la sécurité alimentaire. Il a aussi pour objectif de comprendre quels sont les systèmes agricoles les plus touchés et pourquoi.

Tableau 4 : Principaux changements effectués dans le scénario 2

Changements	Bibliographie
Diminution des rendements de manioc de 10%	HAENTJENSE, 2014 ; entretiens terrain
Impossibilité de faire des jardinières	HAENTJENSE, 2014
Augmentation de 30% de la mortalité des vaches due à la diminution des disponibilités fourragères	HAENTJENSE, 2014
Diminution de 30% des rendements de pêche	ROUSSEL, 2015
Augmentation du prix du poisson de 100%	Entretiens terrain
Augmentation du prix du pâturage artificiel de 30%	HAENTJENSE, 2014
Augmentation d'un mois du temps de présence du troupeau en terre ferme	HAENTJENSE, 2014

Source : Haentjens, 2014 ; Roussel, 2015 ; Entretiens terrain

Evaluation de l'impact du changement climatique sur la sécurité alimentaire

Le scénario de la continuité hors évènements extrêmes

- 50 Le système d'indicateurs, ainsi que le système d'aide à la simulation, sont à l'échelle du ménage agricole. Pour obtenir une note de la sécurité alimentaire à l'échelle des systèmes agricoles, la moyenne des notes des ménages agricoles qui composent le système type est calculée.

- 51 La première simulation permet d'obtenir une note de la sécurité alimentaire sans événements extrêmes pour les quatre systèmes agricoles identifiés. Les notes sont comprises entre 4,5 et 6, avec un écart type de 0,44 traduisant une faible dispersion des notes (Tableau 5).
- 52 Les systèmes agro-forestier ($\mu = 4,74$ s.d. 0,40), agricole spécialisé ($\mu = 4,52$ s.d. 0,16) et agro-pastoral ($\mu = 4,80$ s.d. 0,30) sont classés par le système d'indicateurs en état de tendance à la sécurité alimentaire.
- 53 Le système agro-forestier, tourné en majorité vers la production de manioc, est caractérisé par de très bonnes disponibilités en *farinha* ($\mu = 8,00$) et de moyennes disponibilités en fruits et légumes ($\mu = 3,67$ s.d. 0,44). Les disponibilités en protéines animales sont cependant faibles ($\mu = 1,83$ s.d. 0,83) du fait de l'éloignement au lac. La part de l'alimentation dans le revenu est moyenne ($\mu = 3,50$ s.d. 1,67 correspondant à 45-55%), traduisant des revenus moyens. L'accès au marché est le moins bon des quatre systèmes agricoles ($\mu = 3,00$ s.d. 1,00) et l'accès aux ressources est relativement bon ($\mu = 5,17$ s.d. 0,56).
- 54 Le système agricole spécialisé obtient la note de $\mu = 4,52$ s.d. 0,16. D'après la typologie, ce système est principalement tourné vers les productions végétales, en particulier le manioc. Cependant, il est observé que l'indicateur sur les disponibilités en *farinha* n'obtient pas une note élevée ($\mu = 3,00$ s.d. 3,33). L'écart type important suggère de grandes disparités entre les agriculteurs et nuance la fiabilité de la note. Les disponibilités en fruits et légumes, issues uniquement des commerces, sont moyennes ($\mu = 4,00$), de même que la part de l'alimentation dans le revenu ($\mu = 4,67$ s.d. 1,11), l'accès au marché ($\mu = 4,33$; s.d. 0,44). L'accès aux ressources est relativement bon ($\mu = 5,33$ s.d. 1,11).
- 55 Le système agro-pastoral obtient la note de $\mu = 4,80$ s.d. 0,30. De très bonnes disponibilités en *farinha* ($\mu = 8$) sont observées, même si elles sont nuancées par un écart type élevé ($\sigma = 3,33$). Les notes des autres indicateurs sont moyennes et l'accès aux protéines animales est relativement faible ($\mu = 2,20$; s.d. 0,44), lié à l'éloignement au lac.
- 56 Le système piscicole diversifié obtient la note la plus élevée des quatre systèmes agricoles avec $\mu = 5,86$ s.d. 0,82, ce qui le place d'après le système d'indicateurs en début de sécurité alimentaire. Ses disponibilités en protéines animales sont les plus élevées ($\mu = 4,63$ s.d. 0,81) du fait de la forte autoconsommation de poisson issu de la pêche. L'indicateur sur la part de l'alimentation dans le revenu obtient une bonne note ($\mu = 5,88$ s.d. 1,68 pour 14 à 25%), traduisant de meilleurs revenus que les autres systèmes. Les familles composant ce système étant majoritairement originaires de Piraquara, communauté la plus développée et regroupant les commerces, l'accès au marché est très bon ($\mu = 6,75$ s.d. 1,87).

Tableau 5 : Notes des indicateurs obtenues lors du scénario 1 en fonction des systèmes agricoles issus de la typologie

	Agro-forestier		Agricole spécialisé		Agro-pastoral		Piscicole diversifié	
	Scé 2	σ^{F}	Scé 2	σ	Scé 2	σ	Scé 2	σ
Critère 1 : les disponibilités alimentaires dépendent des systèmes agricoles et alimentaires								
Disponibilités en <i>farinha</i>	8,00	0,00	3,00	4,36	8,00	0,00	6,00	3,70
Disponibilités en fruits et légumes	2,67	0,52	3,33	0,58	2,60	0,55	3,25	0,89
Disponibilités en protéines animales	1,50	0,55	1,33	0,58	1,60	0,55	4,13	0,83
Critère 2 : l'accès aux denrées alimentaires dépend de la capacité économique et d'autoconsommation des personnes								
Part de l'alimentation dans le revenu	2,67	2,25	3,33	2,08	1,60	3,05	4,25	2,92
Accès au marché	2,67	1,37	4,33	0,58	2,80	1,79	6,63	2,67
Accès aux ressources	4,67	1,03	5,33	1,53	3,60	2,07	5,50	1,20
Critère 3 : la consommation alimentaire dépend des systèmes agricoles et alimentaires								
Score de la consommation alimentaire	8,00	0,00	8,00	0,00	8,00	0,00	8,00	0,00
Score total	4,31	0,62	4,10	0,08	4,03	0,79	5,39	1,07

Le scénario avec événements extrêmes

- 57 Tous les systèmes agricoles types sont affectés par les événements extrêmes (-9% pour les systèmes agro-forestier et agricole spécialisé et -8% pour le système piscicole diversifié). Cependant, c'est le système agro-pastoral qui est le plus touché (-16%) (Tableau 6).
- 58 La note de l'indicateur sur les disponibilités en fruits et légumes a diminué pour les quatre systèmes agricoles (entre -17 et -28% avec un écart type de $\sigma = 0,04$). Les disponibilités en protéines animales ont diminué de façon plus importante pour le système agricole spécialisé (-43%) et le système agro-pastoral (-27%). Ces deux systèmes n'ont accès ni à la pêche ni à la chasse pour subvenir à leurs besoins protéiques et sont dépendant de l'achat de poisson. Avec la diminution des rendements de pêche, ils peuvent se retrouver en difficulté.
- 59 La part de l'alimentation dans le revenu est affectée de façon importante chez les quatre systèmes (-24% pour le système agro-forestier ; -29% pour le système agricole spécialisé ; -56% pour le système agro-pastoral ; -28% pour le système piscicole spécialisé). Les revenus principaux des familles des systèmes agro-forestier et agricole spécialisé sont majoritairement issus de la production de manioc, qui n'est que peu impactée par les événements extrêmes (le manioc étant très résistant à la sécheresse). La diminution de la note de cet indicateur viendrait de l'augmentation du prix de l'alimentation (le poisson en particulier) et non d'une baisse de revenu. En revanche, pour le système agro-pastoral, la diminution du temps de pâturage possible en terre ferme oblige la majorité des éleveurs à louer d'autres pâturages à des prix élevés et pendant plusieurs mois. Cette charge supplémentaire, associée à la hausse du prix du poisson, explique la forte augmentation de la part de l'alimentation dans le revenu (de 45-55% à 65-75%). A la fin de l'année, la totalité des éleveurs voient leur activité d'élevage en négatif, ce qui influence beaucoup leurs revenus et donc leur capacité à acheter de la nourriture. Pour le système piscicole diversifié, la baisse des rendements n'est pas compensée par la hausse du prix du poisson, ce qui explique l'augmentation de la part de l'alimentation dans le revenu (de 25-35% à 45-55%). Le sous-système pisci-pastoral est doublement affecté par la crise, ce qui amplifie l'impact des événements extrêmes sur le système piscicole diversifié.

- 60 Pour le système agro-pastoral, l'accès au marché étant en fonction du revenu hebdomadaire, cet indicateur se retrouve affecté la baisse générale du revenu des familles (-30%).

Tableau 6 : Evolution des notes des indicateurs obtenues lors du scénario 1 et 2 en fonction des systèmes agricoles issus de la typologie

	Agro-forestier			Agricole spécialisé			Agro-pastoral			Piscicole diversifié		
	Scé 1	Scé 2	Δ ^e	Scé 1	Scé 2	Δ	Scé 1	Scé 2	Δ	Scé 1	Scé 2	Δ
Critère 1 : les disponibilités alimentaires dépendent des systèmes agricoles et alimentaires												
Disponibilités en <i>farinha</i>	8,00	8,00	0%	3,00	3,00	0%	8,00	8,00	0%	6,00	6,00	0%
Disponibilités en fruits et légumes	3,67	2,67	-27%	4,00	3,33	-17%	3,60	2,60	-28%	4,25	3,25	-24%
Disponibilités en protéines animales	1,83	1,50	-18%	2,33	1,33	-43%	2,20	1,60	-27%	4,63	4,13	-11%
Critère 2 : l'accès aux denrées alimentaires dépend de la capacité économique et d'autoconsommation des personnes												
Part de l'alimentation dans le revenu	3,50	2,67	-24%	4,67	3,33	-29%	3,60	1,60	-56%	5,88	4,25	-28%
Accès au marché	3,00	2,67	-11%	4,33	4,33	0%	4,00	2,80	-30%	6,75	6,63	-2%
Accès aux ressources	5,17	4,67	-10%	5,33	5,33	0%	4,20	3,60	-14%	5,50	5,50	0%
Critère 3 : la consommation alimentaire dépend des systèmes agricoles et alimentaires												
Score de la consommation alimentaire	8,00	8,00	0%	8,00	8,00	0%	8,00	8,00	0%	8,00	8,00	0%
Score total	4,74	4,31	-9%	4,52	4,10	-9%	4,80	4,03	-16%	5,86	5,39	-8%

Conclusion

- 61 Il existe une réelle relation entre les systèmes agricoles et alimentaires du Lago Grande de Curuaï. Les entretiens auprès des acteurs locaux ont montré que les ménages agricoles dépendent des ressources naturelles pour leur survie en pratiquant régulièrement la pêche, la chasse et la cueillette, et pour leur capacité à produire des denrées aussi bien destinées à leur propre consommation qu'à la vente. Afin de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes agricoles, une typologie a été effectuée. Elle a permis d'identifier quatre systèmes types : les systèmes agro-forestier, agro-pastoral, agriculteur spécialisé, piscicole-diversifié.
- 62 Grâce aux informations récoltées dans la zone d'étude, un système d'indicateurs de la sécurité alimentaire a été construit. Il a été élaboré selon la méthode « PCI » et est principalement basé sur deux piliers de la sécurité alimentaire : la disponibilité et l'accès aux denrées agricoles. Des simulations avec l'aide d'un système d'aide à la simulation, basé sur le système d'indicateurs, ont montré que des événements extrêmes, principalement d'ordres climatiques, impactent négativement l'état de sécurité alimentaire à l'échelle des systèmes agricoles issus de la typologie. L'étude montre que c'est le système agro-pastoral, lié à l'élevage bovin, qui est le plus en difficulté après la survenance d'événements extrêmes. Les coûts engendrés par la location de pâturages en terres fermes sont difficilement supportables par les éleveurs, ce qui impacte de façon importante leur revenu et donc leur capacité à acheter de la nourriture.
- 63 Cependant, même avec des événements extrêmes accentués et survenus conjointement, les agriculteurs des systèmes agricoles types se trouvent toujours en état de sécurité alimentaire, plus ou moins sensible. La diversité des ressources (lac, forêt, terres agricoles), mais aussi des activités rémunératrices (commerce, service publique, élevage,

cultures, pêche, subventions...) procurent une certaine solidité aux systèmes. Les revenus des ménages dépendent généralement de plusieurs activités agricoles comme la pêche, l'élevage et la culture de manioc. Peu d'agriculteurs sont spécialisés dans une production, ce qui leur permet de limiter les risques en cas d'évènements extrêmes. Notons que cette diversité des ressources et des activités rémunératrices peut compenser la véritable fragilité de l'élevage bovin.

- 64 Si le Lago Grande de Curuaï peut être considéré comme un excellent laboratoire pour tester la robustesse de la démarche méthodologique, la question de sa représentativité demeure. Cet espace a été choisi car c'est un des plus grands bassins d'inondation de l'Amazonie et qu'il est suivi depuis longtemps par la communauté scientifique, fournissant de nombreuses données (images satellites, relevés de biodiversité, enquêtes et rapports notamment). Enfin, les connaissances localement acquises par les recherches successives ont permis de valider la pertinence des résultats méthodologiques sans pour autant confirmer la représentativité des comportements locaux face à la sécurité alimentaire par rapport aux régions voisines.
- 65 La poursuite de l'évaluation de la sécurité alimentaire (l'eau comprise) peut être poursuivie car elle appréhende un domaine encore très peu étudié dans cette région amazonienne déjà soumise au changement climatique. Cette question de la sécurité alimentaire doit être appréhendée avec les changements de mode de vie que subissent ces populations locales (arrivée de l'électricité en 2008 au Lago Grande de Curuaï, construction de la tranlago) dans un contexte toujours plus prégnant de mondialisation et d'industrialisation (arrivée des « junk-food » et des produits alimentaires hyper-transformés). L'agriculture d'exportation, l'élevage extensif, ainsi que l'industrie minière ont de lourdes conséquences sur l'agriculture familiale de subsistance, principalement au travers de l'accès au foncier et la pollution des ressources naturelles, ce qui peut se répercuter sur la sécurité alimentaire des habitants. La coexistence de ces deux modèles est-elle encore possible en Amazonie ?
- 66 La poursuite de cette étude peut mener à la réalisation d'actions concrètes de la part d'ONG ou à la stimulation de l'implication du gouvernement brésilien dans le soutien aux petits agriculteurs familiaux de bassin d'inondations amazoniens en montrant quels sont les éléments fragiles des systèmes de productions actuels.

BIBLIOGRAFIA

A.C.F. Evaluation de la sécurité alimentaire et des moyens d'existences, guide pratique pour le terrain. Paris, ACF International, 279p., 2010.

Berthier N. Les techniques d'enquête en sciences sociales. Paris, Armand Colin Editions, 352p., 2006.

Bertin J. « Traitements graphiques et mathématiques. Différence fondamentale et complémentarité ». Mathématiques et Sciences Humaines, Paris, n.72, p. 60-71, 1980

- Bomfim E., Bonnet M.P., Boaventura G.R., Santos Mulholland D., Nogueira I., Peres L.G.M., Ratie G., Garnier J., Marques D.M., Laques A.E./ IRD. « Trophic state index validation against phytoplankton functional groups in Amazonian floodplains lakes: a preliminary step towards a satellite-based monitoring system. » [Document interne à l'IRD]. 26p., 2016.
- Bonnet M. P./ I.R.D. Resultados do projeto Clim-Fabiam - Hidrologia : tendências nos últimos 30 anos. [Document interne à l'IRD]. 22p., 2015.
- Bourgoin M. L., Bonnet M. P., Martinez J. M., Kosuth P., Cochonneau G., et alii. « Temporal dynamics of water and sediment exchanges between the Curuaí floodplain and the Amazon River, Brasil ». Journal of Hydrology, n.335, p. 140-156, 2007.
- Caillavet F., Darmon N., Lhuissier A., Regnier F. « L'alimentation des populations défavorisées en France, synthèse des travaux dans les domaines économiques, sociologique et nutritionnel ». In : ONPES. L'alimentation des populations défavorisées comme dimension spécifique de la pauvreté en France. Paris : Les Travaux de l'Observatoire, 2006. pp. 279-322.
- Cochet H., Devienne S. « Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale ». Cahiers Agricultures, n.15, p. 578-583, 2006.
- Deffontaines J.P., Petit M. « Comment étudier les exploitations d'une région ». In : Présentation d'un ensemble méthodologique - Etudes et recherches. Montpellier : INRA Editions, 1985, pp 47-53.
- Drapeau G., Mering C., Ronchail J., Filizola N., « Variabilité hydrologique et vulnérabilité des populations du Lago Janauaca (Amazonas, Brésil) ». Confins, n.11, (2011) <http://confins.revues.org/6904>
- F.A.O. Agriculture, alimentation et nutrition en Afrique : un ouvrage de référence à l'usage des professeurs d'agriculture. Rome, FAO Editions, 411p., 2002.
- F.A.O. « Climate change, water and food security ». In : FAO. High-Level Conference on World Food Security: the Challenges of Climate Change and Bioenergy, Rome : FAO Edition, 2008.
- F.A.O. « L'Accord décisif sur le climat reconnaît la sécurité alimentaire comme une priorité ». F.A.O., Rome, 12.12.2015. <http://www.fao.org/news/story/fr/item/358438/icode>
- F.I.S.C.C. Comment évaluer la sécurité alimentaire ? Guide pratique pour les sociétés nationales africaines. Genève, FISCC, 76p., 2005.
- F.N.C.I.V.A.M. Indicateurs de résultats en agriculture durable. Mesures et indicateurs en agriculture durable. Paris, CIVAM Editions, 10p., 2008.
- Food security cluster, Indicateurs de base proposés par le Cluster sécurité alimentaire. Rome, FSC Editions, 4p., 2014.
- Garcia L. Dinâmicas da paisagem no bioma amazônia: ecologia de paisagens e geografia como ferramentas de análise e compreensão. Qualificação de estrada. Brasília : Universidade de Brasília, 56p., 2015.
- Haentjens E. Transition vers une gestion durable des ressources des plaines inondables du bassin amazonien. Mémoire de fin d'études d'Ingénieurs. Cergy, 2014. Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur, Istom., 2014.
- H.L.P.E. « Sécurité alimentaire et changement climatique ». In : HLPE. Rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale. Rome : HLPE Editions, 2012.119p.

I.N.P.E.A. Gasto e consumo das familias brasileiras contemporâneas. Brasilia, INPEA Editions, 552 p., 2007.

I.N.S.E.E. « Consommation : l'alimentation en tête pour les plus modestes, le transport pour les plus aisés ». Economie de la Réunion, n.133, p. 20-23, 2009.

Lescuyer G. « Vers un système mondial de Principes Critères Indicateurs pour la gestion forestière ». Bois et forêts des tropiques, n.272, p. 2, 2002.

Mendoza G., Macoun P. « Application de l'analyse multicritère à l'évaluation des critères et indicateurs ». In : CIRAD, CIFOR. Manuel de critères et indicateurs pour la gestion durable des forêts. Montpellier : CIRAD Editions, 2000. pp 80-84.

Nddiaye M., Vam O. « Indicateurs de la sécurité alimentaire ». In : PAM. Intégrer les programmes de nutrition et de sécurité alimentaire en situation d'urgence et pour le renforcement de la résilience, Atelier Régional de Formation, Saly, 10-12 Juin 2014. Saly : PAM Editions, 27p.

P.A.M. Manuel d'évaluation de la sécurité alimentaire en situation d'urgence. Rome, ODAN Editions, 210p., 2005.

P.A.M. Manuel d'évaluation de la sécurité alimentaire en situation d'urgence, deuxième édition. Rome, PAM Editions, 358p., 2009.

P.A.M. Enquête de mise à jour des indicateurs de la sécurité alimentaire au Mali. Rome, PAM Editions, 49p., 2014.

Perrot C., Landais E. « Exploitations agricoles : pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques ». Les cahiers de la Recherche-Développement, n.33, p. 13-23, 1993.

Roussel J. La modélisation d'accompagnement : outil pour scénariser les évolutions de la qualité de l'eau, et de la population de poissons d'une plaine d'inondation. Cergy, 2015. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur - Istom.

Salas y melia D. « Pourquoi le climat change-t-il ? » Biofutur, n.371, p. 20-25, 2015.

Sousa W.P. A dinâmica dos sistemas de produção praticados em uma unidade de conservação de uso direto na Amazônia: a reserva extrativista do rio Cajari no Estado do Amapá. Belem, 2006. Thèse de master - UFPA, 167p.

Tritsch I. La conservation des forêts tropicales et le maintien des systèmes de production agro-extractivistes. Etude de cas : le PAE Chico Mendes, Acre, Brésil. Toulouse, 2008. Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur - E.I. Purpan.

Valette H.R., Clement O., Mathe S., Lazard J., Chia E. « Quelques postulats relatifs aux indicateurs de développement durable : l'exemple de l'aquaculture ». Natures Sciences Sociétés, n.18, p. 253-265, 2010.

ANEXOS

Annexe 1 : Système de notation des indicateurs qualitatifs en fonction des seuils (fort, moyen, faible) et origine des informations.

Indicateur	Paramètre	Seuils et notes			
		2	1	0	
Disponibilités en fruits et légumes	Production domestique	<i>Production maraîchère et verger</i>	Présence		Absence
		<i>Régularité de la pratique de l'extractivisme</i>	Plusieurs fois semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
	Commerces	<i>Régularité de la présence et des approvisionnements</i>	Plusieurs fois semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
		<i>Diversité des produits proposés</i>	> 10	4 et 10	< 4
Accès aux protéines animales	Production domestique	<i>Régularité de l'activité de chasse</i>	Plusieurs fois semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
		<i>Régularité de l'activité de pêche</i>	Plusieurs fois semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
		<i>Nombre de kilo de poisson/jour d'activité</i>	> 15kg	5 et 15kg	< 5kg
		<i>Autoconsommation de la production animale</i>	Plusieurs fois semaine	Plusieurs fois par mois	Plusieurs fois par an
	Commerces	<i>Diversité des produits proposés</i>	> 10	4 et 10	< 4
		<i>Régularité de la présence et des approvisionnements</i>	Plusieurs fois par jour	Plusieurs fois par semaine	Plusieurs fois par mois ou moins
Accès au marché	Achat	<i>Variation du prix de la farinha</i>	< 1RS/kg	0 et 5RS/kg	> 5RS/kg
		<i>Variation du prix des protéines animales</i>	< 1RS/kg	1 et 5RS/kg	> 5RS/kg
	Vente	<i>Coût d'accès au marché en fonction pourcentage du revenu</i>	> 10%	10 et 20%	> 20%
Accès aux ressources	Accès à la terre	<i>Durée de la jachère en terre sableuse</i>	> 15ans	7 à 15ans	< 7ans
		<i>Durée de la jachère en « Terra Preta »</i>	> 7ans	2 à 7 ans	< 2ans
	Accès pâturages en terre ferme	<i>Nombre de jours de pâturages manquant ou en surplus</i>	>15 jours	15j et 1,5 mois	> 1,5 mois
	Accès aux zones d'activité	<i>Réglementation de l'accès</i>	Légale		Illégale
		<i>Coût de l'accès</i>	> 10%	10 et 20%	> 20%
	Accès à l'aide au développement agricole	Utilisation de mécanisation	<i>Infrastructures</i>	Présence	> 10%
<i>Micro-crédit</i>			Présence	> 5RS/kg	Absence
<i>Formation</i>			Présence	> 20%	Absence
<i>Outils non mécanisés</i>					Manuel

Légende : Couleurs en fonction de l'origine des informations ayant servi à la construction des indicateurs.

Terrain		Bibliographie	
	Entretiens		Sécurité alimentaire
	Observations		
	Calculé		

Annexe 2 : Système de notation des indicateurs quantitatifs et origine des informations

		Formule de calcul	Seuils	No te
Disponibilités en <i>farinha</i>	Rendement à l'hectare (A)	$(A \times B / C) - D$	< 3	0
	Nombre d'hectares par famille (B)		3 à 5	2
	Temps de présence du manioc sur la parcelle (C)		6 à 8	4
	Besoin en sacs de <i>farinha</i> (D)		9 à 11	6
Part de l'alimentation dans le revenu	Sources de revenu	$(S-C)\%$	> 85%	0
	Coût de l'alimentation		65 - 80%	2
			45 - 65%	4
			25 - 45%	6
< 25%	8			
Score de la consommation alimentaire des ménages	Fréquence des aliments consommés en une semaine	Somme (Type x pondération)	0	0
			21	4
			35	8

Légende : Couleurs en fonction de l'origine des informations ayant servi à la construction des indicateurs.

Terrain		Bibliographie	
	Entretiens		Sécurité alimentaire
	Observations		
	Calculé		

NOTAS

1. Farine de manioc torréfiée, aliment de base des populations du Lago Grande de Curuaí
2. Federação das Associações das Comunidades do Assentamento do Lago Grande
3. Aucun entretien n'a pu être effectué à Piedade. Les informations concernant cette communauté viennent de conversations avec les habitants ainsi que des données récoltées par des membres de l'équipe du projet Clim-Fabiam.
4. μ = moyenne ; s.d. = écart type

RESUMOS

Na Amazônia, as mudanças climáticas são principalmente traduzidas por uma desordem dos períodos de cheias, perturbando os sistemas agrícolas das populações ribeirinhas e podendo ter importantes repercussões na segurança alimentar dessas populações. Afim de analisar esses impactos e possibilitar a análise dos sistemas agrícolas da zona estudada (Lago Grande de Curuaí), foi feita, através matriz de Bertin, uma tipologia dos sistemas agrícola típicos, sendo possível identificar quatro : o agroflorestal, o agrícola especializado, o agropastoril e o pisci-pastoral. Através das informações levantadas para cada sistema agrícola e dos dois pilares principais da segurança alimentar (disponibilidade e acesso), foi então elaborado um sistema de indicadores de acordo com o método “Princípio, Critérios, Indicadores”. Através de um princípio, três critérios e sete indicadores foi avaliado a segurança alimentar da região de estudo na escala de cada sistema agrícola e de acordo com dois cenários : com ou sem ocorrência de eventos extremos. Foi observada uma degradação do estado da segurança alimentar no cenário com ocorrência de eventos extremos, sendo o sistema agropastoril o mais afetado pelas alterações.

En Amazonie, le changement climatique se traduit principalement par un dérèglement du régime des crues, perturbant les systèmes agricoles des populations riveraines de l'Amazonie et les rendant potentiellement sensibles à l'insécurité alimentaire. Afin de faciliter l'analyse des systèmes agricoles de la zone étudiée (le Lago Grande de Curuaï), une typologie a été effectuée via la matrice de Bertin, permettant d'identifier quatre systèmes types : les systèmes agro-forestier, agricole spécialisé, agro-pastoral et pisci-pastoral. A partir des informations relatives aux systèmes agricoles et ayant pour principale base deux piliers de la sécurité alimentaire (la disponibilité et l'accès aux denrées alimentaires), un système d'indicateurs a été créé suivant la méthode « Principe, Critères, Indicateurs ». Un principe, trois critères et sept indicateurs ont évalué la sécurité alimentaire à l'échelle des systèmes agricoles types et ce, suivant deux scénarios : avec ou sans survenance d'événements extrêmes. Une dégradation de l'état de la sécurité alimentaire est observée avec la survenance d'événements extrêmes et c'est le système agro-pastoral qui est le plus affecté par ces crises.

In Amazonia, climate change mainly involves disorder of the floods. It disturbs the agricultural systems of the waterside population of the Amazon and exposes those populations to food insecurity. In order to facilitate the analysis of the study area farming systems (Lago Grande de Curuaí), a typology was made using Bertin's matrix, allowing the identification of four typical systems: agri-forestry, agricultural, agro-pastoral and fish-pastoral. A system of indicators was made following the « Principle, Criteria, Indicators » method, using the information on the agricultural systems and the two pillars of food security (availability and access) as a main base for analysis. One principle, three criteria and seven indicators estimated food security on the scale of the typical agricultural systems depending of two scenarios: with and without the emergence of extreme events. A degradation of food security is observed with the emergence of extreme events, and the agro-pastoral system is the most affected by these crisis.

ÍNDICE

Índice geográfico: Amazônia

Keywords: food security, agricultural systems, Amazon, climate change, indicators

Mots-clés: sécurité alimentaire, systèmes agricoles, Amazonie, changement climatique, indicateurs

Palavras-chave: segurança alimentar, sistemas agrícolas, Amazônia, mudanças climáticas, indicadores

AUTORES

MARIE FLORE DOYEN

École d'ingénieurs de Purpan (Toulouse) et Institut de recherche pour le développement,
mf.doyen@gmail.com

ANNE ELISABETH LAQUES

UMR ESPACE-DEV, IRD, anne-elisabeth.laques@ird.fr

HELEN GURGEL

LAGAS/Dept de géographie, UnB, helengurgel@unb.br

LUCAS GARCIA

LAGAS/Dept de géographie, UnB, lucasgarciamp@gmail.com