



**POLE PASTORALISME
&
ZONES SECHES**

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)
Centre de Suivi Ecologique (CSE)
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)
Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)

Groupement d'Intérêt Scientifique

Groupement d'intérêt Scientifique

Projet scientifique du PPZS 2018-2021

Juin 2018

AVANT-PROPOS

Depuis ses débuts, et fidèle à son option de développer une solide réflexion sur la durabilité du pastoralisme au Sahel, le Pôle Pastoralisme et Zones Sèches (PPZS) a su mobiliser son équipe en vue de « Comprendre et agir pour le développement des systèmes pastoraux et leur insertion dans les économies régionales ». Si les conventions quadriennales se sont succédées et ont engendré des résultats à la fois nombreux et riches, il reste encore du chemin, tellement les défis se multiplient et les enjeux se complexifient. C'est dans ce contexte que le PPZS, qui regroupe quatre institutions membres, entend maintenir le cap de l'interdisciplinarité et consolider ses performances au service des populations pastorales.

Le contexte du pastoralisme change dans de multiples domaines. Dans la suite des transitions démocratiques, des décentralisations, et sous la pression des organismes internationaux de financement, les réformes et politiques foncières engagées depuis la fin du XXème siècle sont diversement mises en œuvre dans les Etats sahéliens. Elles modifient les conditions d'usage des parcours pastoraux et de leurs interactions avec d'autres systèmes de production en zones subhumides. L'accroissement de la pression démographique et l'urbanisation principalement côtière, modifient les équilibres entre les besoins et les ressources alimentaires des territoires sahéliens et côtiers. Les opportunités pour les populations sahéliennes de dégager localement des moyens de vivre semblent affaiblies au regard des risques et des opportunités extérieures, induisant des transformations profondes. Les enjeux écologiques changent de paradigme, passant d'une dialectique d'opposition dans les termes entre homme et nature, entre gestion ou conservation, entre fonctionnements intensifs et extensifs, entre adaptation aux changements et atténuation des effets climatiques ; à une approche intégrative axée sur les socio-systèmes écologiques, la multifonctionnalité, l'agro-écologie, le paiement des services environnementaux. Les systèmes alimentaires s'imposent. Il ne faut plus seulement nourrir, il faut nourrir sainement. Les récentes crises militaires et sanitaires (Ebola) qui agitent et menacent les fragiles équilibres au Sahel rappellent aussi l'impérative nécessité de travailler dans les zones sèches de cette région du monde.

Le programme scientifique du PPZS 2018-2021 se propose de traiter quelques-uns de ces grands enjeux scientifiques et de développement dans le contexte sahélien. Donnant suite au programme 2014-2017, il s'organise autour de trois thèmes : i) impacts des changements globaux sur les écosystèmes pastoraux et leurs services écosystémiques, ii) gouvernance et gestion intégrée des territoires, iii) produire et vendre plus et mieux.

I. LES ACQUIS

Depuis sa mise en place en 2001, le groupement d'intérêt scientifique Pôle Pastoralisme et Zones Sèches (PPZS) a déjà exécuté quatre conventions quadriennales. Elles organisaient sa programmation scientifique et le fonctionnement de son collectif de 2001 à 2005, puis de 2005 à 2009, de 2010 à 2013 et enfin de 2014 à 2017 (annexe 1). Les activités de ces conventions quadriennales ont structuré des thèmes majeurs à traiter. Le collectif entend renforcer son ancrage dans la réflexion sur le pastoralisme au Sahel en relation directe avec les enjeux prioritaires qui caractérisent son environnement local, régional et global. C'est dans cette perspective que le présent quadriennal (2018-2021), pour se donner le souffle nécessaire à son ambition, entend d'abord procéder par un bilan de la mise en œuvre des précédents programmes scientifiques avant de tracer les contours qui délimitent son champ d'action pour les quatre années à venir.

2.1. Activités de recherche

Les systèmes de production pastoraux s'adaptent face aux différentes mutations et chocs qui jalonnent leur existence. Les crises alimentaires et la mortalité du bétail et des hommes qui ont accompagné les sécheresses sévères en 1972-73 et 1983-84 ont frappé les populations pastorales mais ne les ont pas éliminées. Elles ont réagi, se sont adaptées. Les systèmes pastoraux constituent en effet un mode de vie dans lequel interagissent des facteurs environnementaux, économiques, sociaux et écologiques. Les différents régimes de mobilité mis en œuvre pour répondre chaque année aux contraintes des milieux arides s'accompagnent de pratiques zootechniques, de savoirs et de savoir-faire, d'organisations sociales et familiales spécifiques. Les formes de mobilité, longtemps mises en avant comme la principale caractéristique de ce mode de vie, évoluent et s'accompagnent de dynamiques aujourd'hui déterminantes pour l'avenir des populations. Au niveau global et local, ces dynamiques touchent l'aménagement des territoires et l'accès aux ressources, les politiques de développement et la structure des activités économiques des familles, les enjeux d'intensification et les fonctions multiples des systèmes d'élevage, les traits écologiques des paysages et la relation essentielle des élevages et des populations aux ressources naturelles locales.

Ces dynamiques à l'œuvre sont à situer en regard du poids socio-économique des activités pastorales. Les systèmes pastoraux d'Afrique Subsaharienne contribuent à hauteur de 20% du PIB des Etats en moyenne, 40% du PIB agricole régional en moyenne et représentent un tiers du bétail (camelins, bovins et petits ruminants) intégré aux systèmes pastoraux du monde (Richard et al, 2018 ; Faostat, 2017). La part du pastoralisme transhumant dans l'offre de produits animaux dans les pays sahéliens, bien qu'en décroît, reste estimée à 65% de la viande bovine, 40% de la viande de mouton et chèvre, et 70% du lait. Le pastoralisme concerne directement une cinquantaine de millions de personnes. Espèces dominantes, les ruminants domestiques sont élevés sur 170 millions d'hectares de terres de parcours. Compte-tenu de leur importance socio-économique, les populations pastorales sont directement interrogées par les autorités publiques sur leurs capacités à faire face aux prévisions de croissance de la demande globale de viande et de lait (+ 30 à + 60 %) en Afrique de l'Ouest d'ici 2030 (Richard, 2018 ; OCDE, 2008), à limiter ou à s'adapter aux changements climatiques et à atténuer leurs émissions de gaz à effets de serre (FAO, 2006), à ne pas concurrencer l'usage des terres dédiées à l'alimentation humaine (FAO, 2009), ou encore à rester compétitifs face aux systèmes intensifs péri-urbains, aux fermes spécialisées et aux importations (lait et viandes) (Thébaud et al, 2011).

Les controverses relatives aux impacts de l'élevage sur l'environnement sont vives : le pastoralisme est généralement la seule activité productive qui valorise les ressources en zones arides et semi-arides. Elle reste mise en cause de façon récurrente, pour sa contribution à la dégradation de la biodiversité dans les écosystèmes. La question semblait pourtant être résolue. Sur l'ensemble des aires de parcours et dans des conditions sécurisées de mobilité, donc de pression sur les ressources, de nombreux auteurs concluent qu'il préserve des réservoirs de biodiversité (Behnke & Scoones 1992, Scoones 2003, Thébaud 2004). Les travaux du PPZS indiquent également la rationalité des pratiques de transhumance (Diop, 2012), de préservation de la strate herbacée tout en notant des modifications de la strate arbustive sur le temps long, suite notamment aux sécheresses sévères des années 1970 et 1980 (Diouf, 2012 ; Bakhoum, 2013). Plus précisément, l'analyse de la résilience de la végétation des écosystèmes pastoraux montre une forte plasticité de la strate herbacée à base d'annuelles mais une modification de la strate ligneuse avec un relatif maintien de la densité des populations d'arbres et une bonne régénération d'espèces plus xérophytiques et une raréfaction voire une disparition des espèces soudanaises qui relèvent plus de l'évolution du climat que de l'impact de pratiques pastorales (Dendoncker, 2015). La résilience des écosystèmes pastoraux est également attestée par les cartes d'évolution de la productivité des parcours au Sahel (Touré et al, 2012).

D'autres controverses sont également apparues. Elles ont trait au changement climatique et aux contributions directes et indirectes des filières animales aux émissions de gaz à effet de serre. Établies sur l'ensemble du cycle de vie des produits, les émissions globales du secteur élevage terrestre s'élèveraient ainsi à 7.1 Gt équivalents CO₂ (eqCO₂) soit 14.5% des émissions anthropiques planétaires (Gerber et al., 2013) principalement sous forme de CH₄ (44%), de N₂O (29%) et de CO₂ (27%). Ces émissions sont issues principalement de la fermentation entérique, des effluents, de la déforestation et des cultures à destination de l'alimentation animale. Dans le débat, eu égard au fait que l'on rapporte généralement ces émissions à des unités de produits (kg viande, lait etc..) les systèmes extensifs dont la productivité est par nature limitée, sont particulièrement pointés du doigt quant à la nécessité de l'atténuation des émissions et de l'amélioration de l'efficacité. Pourtant, les émissions de carbone semblent totalement compensées par la séquestration de C dans les sols pastoraux (Assouma, 2017). Les controverses Gaz à Effets de Serre (GES) en font naître d'autres qui leur sont corrélées, sur les consommations d'énergie non renouvelables, de pertes et gaspillage d'azote dans les effluents, de flux et stocks de carbone. Elles ravivent l'intérêt de mettre également mieux en évidence les externalités positives et certifiables des activités d'élevage en matière d'environnement (maintien de la biodiversité et des territoires dans les situations extensives, séquestration de carbone dans les sols pastoraux, émissions évitées, ...) et les contributions économiques et sociales aux activités locales (agriculture-élevage, pastoralisme, effets économiques d'entraînement...).

C'est ainsi que pour compléter nos approches de durabilité environnementale, des travaux ont été réalisés sur les flux (énergie, C, N, GES) (Vayssières, 2012 ; Vigne, 2012 ; Assouma, 2013 ; Assouma, 2016 ; Grillot, 2018) et sur les services écosystémiques rendus par l'élevage pastoral et agropastoral (Fall, 2014 ; Dendoncker, 2017). Ces travaux, menés notamment dans le cadre des projets UE-FP7 Animal Change, ANR Mouve et EPAD doivent aujourd'hui être poursuivis afin de consolider nos réponses face aux changements (modifications écologiques, émissions de GES, SES, ...).

Les controverses sur la vulnérabilité des populations pastorales, en particulier des jeunes et des femmes, sont moins médiatiques et visibles. Elles sont pourtant hautement prégnantes. Les interventions armées au Mali en 2012, les exactions et les tentations de radicalisme qui s'en suivent depuis, et la crise sanitaire due à l'épidémie de la fièvre hémorragique à virus Ebola en 2014 n'ont fait qu'exacerber les situations précaires des sahéliens. Les enjeux sociaux sont considérables et la communauté

internationale¹ se mobilise (Banque Mondiale, FAO, OMS, ...). Le PPZS s'est beaucoup investi dans les précédents programmes de recherche sur les questions de mode de vie (Ancy, 2013a), de ses transformations (Ickowicz, 2012 ; Diao Camara, 2013 ; Ancy, 2013b ; Sourisseau, 2014), d'indicateurs (ANR ECLIS) et de vulnérabilité (Manoli, 2012 ; Loch, 2013 ; De Hann, 2016). De nombreuses opérations de recherche (Programme RuralStruc, ANR TRANS, ANR ECLIS, BRACED notamment) ont été inscrites pour déterminer la contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique de l'Ouest. L'élevage tient encore une place majeure, quoiqu'inégale, dans l'économie des familles et dans le fonctionnement des agroécosystèmes (Duteurtre et Faye, 2009 ; Wane, 2010 ; Alary, 2011). Cependant, la paupérisation et l'adaptation des ruraux observées au cours des dernières décennies nous questionnent encore dans un contexte de forte croissance démographique, d'expansion des espaces cultivés, de progression globale des effectifs de bétail, mais aussi d'une décentralisation administrative et politique. Tout en restant conscients des problèmes de vulnérabilité, nous avons regardé dans le précédent quadriennal le présent et l'avenir du pastoralisme et des zones sèches sous l'angle de la résilience et des savoirs. Le concept de résilience, bien que polysémique mais largement utilisé dans le monde du développement, nous offre de nouvelles perspectives de recherche (Ancy, 2013). Les asymétries de conception et de vision de la résilience et de modernisation de l'élevage entre les acteurs du développement ((Botta et al, 2017 ; Diao Camara et al, 2017) ont été adressées au travers d'approches innovantes de recherche-action par l'utilisation du théâtre forum (Jankowski et al, 2016) (Voipastorales I et II). Les savoirs (nature, conditions et effets de leur intégration) ont en revanche été jusqu'ici insuffisamment analysés dans le collectif PPZS (Gaye, 2011). Au regard des nouveaux enjeux sociaux (flux migratoires en partance du Sahel, insécurité...) qui s'affichent depuis quelques années ; lors du prochain quadriennal, nous aborderons les questions de vulnérabilité pastorales sous l'angle de l'autonomisation des cadets (jeunes et femmes), des arbitrages des familles quant aux services de base (notamment l'éducation/formation), du renforcement des services publics d'accompagnement à travers l'appui-conseil, de l'efficacité économique et sociale des systèmes de production et des filières, de l'accès et la mobilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

La sécurisation foncière demeure un facteur central dans le maintien des systèmes pastoraux. La colonisation des terres par l'agriculture dans les zones pastorales tout comme l'extension de l'élevage vers les zones soudanaises ou la pression glossinaire qui se réduit, constituent des dynamiques étudiées et cartographiées au PPZS (Césaro, 2010 ; Touré, 2012 ; Bourgoïn, 2016 ; Burnod et Bourgoïn, 2017). Elles mettent à l'épreuve les conditions et pratiques de mobilité du bétail pastoral. Les circuits sont ainsi redessinés aussi bien pour les transhumances annuelles (Leclerc, 2011 ; Azoulay, 2013 ; Thébaud et Corniaux, 2017) que pour les circuits commerciaux (Corniaux, 2013). Mais aujourd'hui les tensions s'exacerbent : « accaparement » des terres dans les zones irriguées, extension des zones urbaines, nouvelles lois foncières, évolution de la décentralisation (cf Acte III au Sénégal). Pour aider les acteurs du développement à concevoir des politiques foncières plus adaptées au pastoralisme sahélien, une approche participative originale est expérimentée depuis 2009 jusqu'à la récente mise en œuvre de la plate-forme GITES en 2017 (<https://www.initiative-gites.org>). Initialement, l'enjeu méthodologique était de proposer des formes d'analyse collective qui permettent d'intégrer les enjeux de durabilité s'exprimant à différentes échelles et selon les différentes perceptions des acteurs sur les enjeux fonciers. Pour cela, les acteurs d'horizons divers sont invités à co-construire un support de prospective leur permettant d'évaluer les différentes possibilités de politiques foncières en fonction des points de vue de chacun (Bah,

¹ Le PPZS fait désormais partie des task forces mises en place par la Banque Mondiale (projet PRAPS) ou la FAO (Global Agenda).

2010 ; d'Aquino, 2012 ; d'Aquino, 2013). Au cours du dernier quadriennal, nous avons développé nos outils et nos démarches en élargissant notre champ scientifique à la gouvernance intégrée des territoires. Ces approches (simulation participative, théâtre forum, modélisation) seront poursuivies, élargies notamment aux démarches de prospectives territoriales et consolidées dans le prochain quadriennal.

Les questions relatives à l'élaboration des performances productives évoluent mais restent centrales. Dans la suite du travail des précédents quadriennaux, ce thème continuera d'être traité dans les quatre prochaines années. Au Sahel, d'importantes baisses de productivité animale sont enregistrées en périodes sèches en raison des fluctuations saisonnières des ressources naturelles (Denis J. et Thiongane A.I., 1973 ; Touré et al, 2012 ; Ickowicz et al, 2012), ainsi qu'à l'émergence et à la recrudescence de certaines pathologies. Pendant longtemps, la recherche a principalement mis l'accent sur l'intensification et les techniques basées d'une part sur des rations à base de sous-produits de l'agriculture et de cultures fourragères et d'autre part sur l'amélioration des potentialités zootechniques, à l'aide des croisements génétiques (Friot D. et Guèye I.S., 1976 ; Richard et al, 1989 ; Meyer et Denis, 1999). Ces voies d'amélioration techniques de la performance se sont avérées coûteuses et peu adoptées. En effet, elles sont peu compatibles avec les logiques d'éleveurs largement dominantes au Sahel d'un élevage allaitant extensif, capitalisant sur des effectifs importants et sur l'adaptation physiologique des animaux (gestion des réserves corporelles, croissance compensatrice) à une utilisation écologique de vastes espaces de ressources naturelles plutôt que sur des flux de trésorerie importants., combiné avec une trésorerie limitée (faible pouvoir d'investissement) (Reboul C., 1978; Kasberger G., 1990; Pouillon F., 1984 ; Corniaux, 2012). Toutefois, la forte croissance démographique, la hausse de la demande en produits animaux et la concurrence exacerbée sur le foncier périurbain et rural (avancée de l'agriculture) sont autant de facteurs qui incitent désormais à une intensification progressive des pratiques liées à l'élevage. C'est particulièrement vrai pour les produits laitiers notamment autour des centres urbains. C'est également le cas pour l'engraissement (embouche) des bovins produits pour l'approvisionnement des capitales d'Afrique de l'Ouest et des moutons destinés aux fêtes religieuses (Tabaski). Dans les contextes locaux, cette intensification doit se concevoir sur la base de ressources naturelles fragiles, limitantes et fortement convoitées pour ce qui est des produits et sous-produits de culture (Diouf, 2012 ; Bakhoum, 2013). Par ailleurs, au-delà de l'analyse des techniques, l'approfondissement des connaissances sur les systèmes pastoraux et agropastoraux a permis de se rendre compte que, pour rester rentable, l'investissement doit à la fois se faire en prenant en compte les capacités de trésorerie limitées des éleveurs et sur leurs compétences à tirer le meilleur parti des capacités adaptatives des animaux (Wane, 2010). L'observation permet de souligner l'émergence de formes d'intensification raisonnées, à bas niveau d'intrants, optimisant sur la collecte des biomasses (primaires, coproduits de cultures, effluents) et le recyclage des nutriments. Par ailleurs ont été réalisées

des mesures destinées à réduire les pertes au cours de la production et de la commercialisation (Frey, 2016), lesquelles améliorent les contributions à la performance environnementale.

Au-delà des performances productives, il est primordial de s'intéresser à la mise en marché des produits animaux (viande et lait). Des travaux ont porté sur le rôle central des laiteries et sur l'industrialisation des filières laitières (Corniaux, 2014 ; Corniaux, 2015 ; Wane, 2015). En dépit de la place du lait en poudre importé, partout la collecte du lait local se développe pour approvisionner des marchés prometteurs. Des travaux doivent se poursuivre à la fois pour accompagner la promotion du lait local et pour appuyer les décisions politiques nécessaires à cette promotion. Néanmoins, l'enjeu majeur demeure la filière viande rouge, qui concerne la totalité des systèmes pastoraux et agro-pastoraux. A l'heure de l'ouverture des marchés et de la réorganisation des échanges commerciaux à l'échelle mondiale, les acteurs de la filière bétail-viande ont jusqu'ici répondu à la hausse de la demande des marchés urbains ouest-africains (Thébaud et Corniaux, 2011). Dans le prochain quadriennal, nos travaux continueront d'informer les dynamiques en cours et la nature des enjeux. Une attention particulière sera donnée à l'environnement des systèmes alimentaires.

Ces différents acquis nous amènent ainsi à reconsidérer la performance tant dans la multiplicité des indicateurs sur laquelle elle peut être évaluée que dans les échelles d'approches. Au-delà de la simple productivité liée à une innovation technologique, la performance ne se mesure plus seulement sur les quantités de biens agricoles produits mais elle intègre aussi les services écologiques rendus aux échelles de l'animal, de l'exploitation du territoire et des filières. Le concept reste à approfondir en intégrant mieux les multiples rôles et fonctions écologiques auxquels contribuent les pratiques pastorales. Il sera aussi question de valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments produits et commercialisés. Les concepts et techniques de modélisation, changement d'échelles, approches systémiques ont largement progressé dans le pôle. Les indicateurs de performance multiples continueront à être progressivement intégrés dans des modèles holistiques et informatiques sur des territoires de référence pour le PPZS (Vayssières, 2015 ; d'Aquino et Bah, 2014).

Tous ces champs de recherche liés aux impacts de l'élevage sur l'environnement, à la vulnérabilité des populations pastorales, à la sécurisation foncière et aux performances productives des filières animales, investis depuis plusieurs années au PPZS, ont été mis en débat et en perspective avec des interventions de développement lors du colloque international organisé par le PPZS en 2017. Le présent programme scientifique affine ses priorités de recherche au regard de questions débattues lors de ces échanges entre monde de la recherche et monde du développement de l'élevage.

2.2. Activités d'enseignement et de formation

Le programme scientifique relie la production de connaissances à la formation depuis l'enseignement supérieur jusqu'au renforcement des capacités locales. L'enseignement et la formation demeurent en effet un puissant levier d'offre de services à la communauté pour contribuer au développement du pastoralisme. Si l'intérêt de la formation n'est plus à démontrer, sa pertinence dans les activités du PPZS² procède du fait que les métiers du pastoralisme sont peu traités dans les programmes d'enseignement au Sahel. Sous un autre angle, les résultats de recherche et les dispositifs mis en place constituent de solides intrants pour alimenter des programmes de formation. C'est dans cette perspective qu'il faut saluer les initiatives du PPZS qui a contribué à la mise en place et au fonctionnement effectif depuis 2006/2007 :

- d'un Master intitulé : « Ecologie, Agroforesterie, Adaptation », logé au département de Biologie végétale de la Faculté des Sciences & Techniques ;

- d'une formation doctorale en Pastoralisme à l'Ecole doctorale « Sciences de la Vie de la Santé et de l'Environnement », rattachée à la mention Productions et Santé animales coordonnée par l'EISMV. Les modules d'enseignement de ces différentes formations ont été définis par l'équipe du PPZS et les responsables au niveau de l'UCAD.

Sans se détacher de son ambition à consolider son ancrage dans la production et la diffusion de connaissances et soucieux de tenir plus que jamais le pari de la formation/renforcement de capacités, le PPZS souhaite diversifier son offre de formation avec une nouvelle proposition de programme intitulée « Master en Pastoralisme et Développement » (Pasto-Dev). Cette proposition a été développée lors du quadriennal 2014-2017, et acceptée par la hiérarchie de l'UCAD. Pour diverses raisons, l'ouverture aux étudiants prévue à la rentrée 2017 a dû être repoussée. Séquencé en Master I et II, ce programme a pour objectifs :

- d'apporter aux acteurs du pastoralisme au Sénégal et dans la sous-région des informations et connaissances pour mieux comprendre les systèmes pastoraux (leurs contraintes et opportunités) et développer une vision pour le secteur ;
- de doter les acteurs d'outils et méthodes en vue de leur permettre d'être des relais efficaces en adéquation avec une nouvelle vision du pastoralisme considéré comme un important potentiel de développement socio-économique durable des pays sahéliens et de l'Afrique de l'Ouest.

Au fond, en complément du Master « Ecologie, Agroforesterie, Adaptation », il est ici question de mise en adéquation entre programme scientifique du PPZS et enseignements dispensés.

Le PPZS n'investit pas uniquement l'enseignement académique. Il souhaite s'adresser à plusieurs publics, au-delà des étudiants : techniciens, producteurs, acteurs des filières des produits animaux, développeurs et décideurs. C'est pourquoi le collectif s'est aussi impliqué dans divers modules (i) de formation ou (ii) d'animation de débats destinés aux professionnels.

Un travail collectif a fortement mobilisé les chercheurs et enseignants-chercheurs du PPZS pour l'élaboration de modules de formation sur le « Pastoralisme au Sahel ». Ce travail considérable de capitalisation a démarré en 2008 et s'est achevée en 2012 (Touré et al, 2012). Le financement des travaux a été assuré par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation). Globalement, cette démarche visait à (i) apporter aux acteurs intervenant dans le domaine du pastoralisme des informations et connaissances pour mieux comprendre les systèmes pastoraux (leurs contraintes et opportunités) en vue de développer une vision pour le secteur, basée sur des arguments techniques et scientifiques ; (ii) à doter les acteurs d'outils et méthodes en vue de leur permettre d'être des relais efficaces en adéquation avec une nouvelle vision du secteur, considéré comme potentiels de développement socio-économique durable des pays sahéliens et de l'Afrique de l'Ouest. Plus spécifiquement, il s'agissait (i) d'analyser les nouveaux enjeux du pastoralisme dans un contexte de mutation écologique et politico-institutionnelle ; (ii) de maîtriser et utiliser à bon escient des outils et techniques de gestion spatiale ; (iii) de s'adapter aux mesures induites par les politiques et conventions internationales liées au pastoralisme ; (iv) d'intégrer les dimensions environnementales dans la prise de décisions et dans l'exécution des projets ; (v) de

² Depuis la mise en place du PPZS, les chercheurs se sont illustrés dans l'encadrement de plusieurs dizaines de mémoires et de thèses (10 à 15 mémoires par an, 2 à 4 soutenances de thèse par an).

comprendre les mécanismes de fonctionnement des marchés des produits animaux au Sahel. A l'issue de ce travail, trois modules ont été définis et élaborés : **un premier module sur la place des systèmes pastoraux dans la production animale dans le monde** (classification et évolution des systèmes pastoraux dans le monde, options politiques et conventions internationales liées au pastoralisme); **un deuxième module sur les dynamiques du pastoralisme au Sahel (bases écologiques, économiques et sociales du pastoralisme au Sahel, décentralisation et politiques)** (aménagement pastoraux au Sahel, vulnérabilité et gestion des risques, pastoralisme et marché des produits animaux au Sahel, initiation à l'évaluation financière et économique de projets, nature du Changement climatique) et **un troisième module sur les informations et outils de gestion des systèmes pastoraux** (modélisation des systèmes pastoraux, système d'information et d'alerte précoce sur le pastoralisme au Sahel, outils d'évaluation environnementale et économique). La mise en ligne de ces modules sur le site du PPZS est aujourd'hui à l'étude.

Par ailleurs, le PPZS a largement contribué à la conception et à la mise en œuvre de deux modules de formation et d'animation consacrés d'une part au « Commerce du bétail en Afrique de l'Ouest » (Thébaud et Corniaux, 2011) et plus récemment à la « Mobilité du bétail en Afrique de l'Ouest » (Thébaud et Corniaux, 2017). L'esprit d'un module est d'amener les participants à avoir, dans un premier temps, une vision claire du contexte et des conditions du commerce ou de la mobilité en Afrique de l'Ouest. Dans un second temps, le module aborde par des débats informés les enjeux majeurs pour l'avenir du commerce du bétail ou de la mobilité ouest-africaine. En pratique, le module est calibré pour une animation de cinq à sept jours au profit d'une vingtaine de personnes. Le brassage de différentes catégories d'acteurs (éleveurs, commerçants, représentants de l'Etat, politiques, techniciens, ...) est non seulement possible mais souhaitable. Le support de formation et d'animation est disponible auprès de l'ARED (www.ared-edu.org, ared@ared-edu.org). Ces modules sont aujourd'hui proposés et diffusés au niveau local, national et régional au Sénégal, Mauritanie, Mali, Burkina Faso, Niger, Tchad, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo et Bénin. Plus de mille personnes y ont déjà participé. Plusieurs géographes du PPZS proposent également une formation professionnalisante sur SIG et GPS depuis une dizaine d'années. Les principaux bénéficiaires sont les partenaires des Organisations Non Gouvernementales (ONG) et des Organisations Professionnelles d'Éleveurs (OPE) engagées dans les projets régionaux sur le pastoralisme.

Pour conclure, il convient de noter que depuis la création du PPZS, ses membres se sont appliqués à intégrer toute la complexité de leur objet de recherche (équipe pluridisciplinaire, modélisation, changement d'échelles, approches systémiques). Au-delà de l'implication et de la volonté des chercheurs et des enseignants, la pertinence et la robustesse de nos apports à la thématique du pastoralisme demeure néanmoins dépendante de nos capacités à faire correspondre questionnement scientifique d'une part, compétences disponibles et projets acquis d'autre part. Autrement dit, un programme

scientifique se façonne aussi en fonction des arrivées et des départs des personnels et du montage de projets. C'est dans ce cadre et sur la base de nos acquis que nous proposons le quadriennal 2018-21.

II. PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Le précédent programme scientifique mettait en avant trois axes de travail : (i) Résilience et Innovation, (ii) Gouvernance et (iii) Efficience. Cet affichage permettait à la fois une lisibilité et un regroupement disciplinaire par axe (respectivement sciences sociales, géographie et sciences agronomiques). L'inconvénient majeur était un décalage, induit par cet affichage, avec notre volonté d'interdisciplinarité³. C'est pourquoi le programme scientifique 2018-2021 est construit collectivement sur des axes de problématisation thématiques⁴ qui s'appuient sur nos acquis et inscrivent nos futurs travaux dans les grands changements globaux (cf 1.), déterminants pour l'avenir du pastoralisme en Afrique de l'Ouest. Trois défis sont ainsi retenus : le défi environnemental, le défi de la gouvernance intégrée des territoires et le défi de la sécurité alimentaire.

- un premier thème intitulé **impacts des changements globaux sur les écosystèmes pastoraux et leurs services écosystémiques**, qui entend proposer des réponses à la question : Quels sont les impacts des changements globaux sur les écosystèmes pastoraux et leurs services écosystémiques ?
- un second sur la **gouvernance intégrée des territoires** en espérant répondre à la question : Quelle place de l'élevage aujourd'hui et demain à l'échelle des territoires ?
- le troisième sur **produire et vendre plus et mieux** qui tentera de répondre à cette question : Dans les territoires (agro)pastoraux, comment produire et vendre plus et mieux, procurer des revenus aux producteurs et faire face aux importations extra-africaines de produits animaux ?

En complément à ces trois axes qui orientent la réflexion et organisent les activités du PPZS, intervient une quatrième composante d'enseignement et de renforcement de capacités. Cet axe s'appuie essentiellement sur la valorisation des résultats de recherche et entend se renforcer dans la dynamique de mise en œuvre d'un nouveau Master « Pastoralisme et Développement ».

Les réflexions et travaux dans ces quatre axes sont traversées par des thèmes transversaux abordés dans des angles différents, il s'agit de **la mobilité et la démographie animale**.

La multidisciplinarité étant un choix assumé dans le collectif, des enjeux méthodologiques importants. L'affichage de nos terrains sera renforcé pour mettre en lumière leur côté transversal (mêmes terrains pour les 3 axes, donc meilleures prises en compte des enjeux et questions pluridisciplinaires).

2.3. Axe 1 : Environnement et écosystèmes pastoraux

Question Centrale : Quels sont les impacts des changements globaux⁵ sur les écosystèmes pastoraux⁶ et leurs services écosystémiques⁷ ?

³ Seuls des thèmes transversaux étaient affichés dans le programme scientifique 2014-2017.

⁴ Conformément à une recommandation de l'Evaluation Externe de juin 2017.

Nous nous intéresserons à comprendre les impacts des changements globaux sur la végétation des écosystèmes pastoraux. Certains de ces changements (économiques, démographique) n'ont pas forcément des impacts directs sur la végétation. En effet, les changements d'ordre économique ou politique influent fortement les systèmes d'élevages. Ceci pouvant induire une modification des pratiques d'élevages en particulier sur la gestion des ressources naturelles. On peut aussi supposer que ces changements de pratiques influent aussi le comportement alimentaire des animaux. La compréhension des conséquences de ces changements globaux permettra de lier les travaux sur la végétation des écosystèmes pastoraux aux études relatives aux changements économiques et politiques effectués dans les axes 2 et 3 du PPZS.

Nous étudierons les impacts des différents changements globaux sur la végétation des écosystèmes. L'objectif sera de comprendre et de modéliser la dynamique du couvert végétal au cours de la saison des pluies en relation avec la pluviosité, les autres facteurs climatiques et les pratiques d'élevages. Ceci permettra de prédire l'état de la végétation au cours de la saison et de pouvoir proposer des pratiques adaptées. Des études sur les dynamiques sur le long terme seront aussi effectuées en se reposant sur la télédétection, la réutilisation de données historiques et des approches ethnobotaniques.

Parmi les services rendus par les écosystèmes pastoraux, nous nous intéressons principalement à la biomasse fourragère. Bien que de nombreux travaux méthodologiques ont été effectués pour développer des méthodes d'évaluation de la biomasse. Ces outils peuvent être améliorés en particulier au niveau de la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale et de la dynamique de phytomasse au cours de la saison sèche. Une fois, cette biomasse disponible quantifiée, nos travaux porteront sur son devenir. Les travaux sur les variations de l'ingestion fourragère au cours des saisons seront poursuivis avec l'objectif de modéliser ces variations afin d'améliorer les évaluations de la capacité de charge et des bilans fourragers. Nous essayerons aussi de quantifier les autres devenirs de cette biomasse entre les consommations par les autres herbivores, les prélèvements effectués par la fauche et la biomasse détruite par le feu.

Nous nous intéressons aussi aux autres services écosystémiques rendus par les écosystèmes pastoraux. L'objectif sera d'identifier les liens entre ces services et la végétation de ces écosystèmes. Nous travaillerons aussi sur l'utilisation des savoirs locaux et des communautés locales sur ces services

⁵ Sous le terme de changements globaux, on regroupe l'ensemble des bouleversements actuels pouvant impacter le pastoralisme et la végétation. Le changement climatique en est un tout comme l'augmentation démographique, les changements de mode de consommation, d'usage des terres et les changements économiques et politiques. Certains de ces changements ont des impacts directs sur les écosystèmes, d'autres indirects, via des modifications de pratiques d'élevage.

⁶ Écosystèmes pastoraux sont les écosystèmes pour lesquels la végétation pousse spontanément (c.-à-d. non planté) et pouvant être valorisés par des activités d'élevage. Dans notre modèle d'écosystème, les différentes composantes sont le sol, la végétation (annuelle et pérenne) et les animaux (domestiques et sauvages). Nous nous intéressons à ces écosystèmes dans des territoires pastoraux et agropastoraux (mosaïque d'écosystèmes pastoraux et cultivés)

⁷ Sous le terme de services écosystémiques, nous regroupons l'ensemble des bienfaits que les écosystèmes pastoraux procurent aux communautés d'éleveurs, aux autres communautés locales et à l'humanité. Ces services pourront aussi bien être liés à des productions de biens tels que la production de fourrage, mais aussi à des productions de bois, de nourriture et de médicaments. Les services à valeur d'usage indirect tels que la régulation de cycles biogéochimiques et celle du climat seront pris en compte. Ces services pourront aussi être des services ayant trait aux aspects culturels et religieux.

rendus. Nous utiliserons ces connaissances pour développer des indicateurs de ces services pouvant être remobilisés dans les autres activités du PPZS.

2.4. Axe 2 : Gouvernance intégrée des territoires

Question centrale : Quelle(s) place(s) de l'élevage aujourd'hui et demain à l'échelle des territoires ?

Autour cet axe, le collectif compte adresser trois grands enjeux : la gouvernance foncière, les ressorts sociaux et territoriaux d'autonomisation des jeunes, la place de l'élevage dans le développement territorial.

- *La gestion du foncier, quelle prise en compte des ressources pastorales ?*

La problématique foncière se retrouve au cœur de la politique économique et des orientations stratégiques agro-sylvo-pastorale des États au Sahel. Toutefois, la gouvernance foncière reste marquée par un décalage important entre les législations foncières nationales et les pratiques, qui privilégient une gestion coutumière du foncier. Par exemple, au Sénégal, la législation pastorale du Sénégal ne comprend que le décret 80-268 du 10 mars 1980 portant organisation des parcours. Selon ce décret, les pâturages sont constitués par l'ensemble des espaces libres utilisés pour l'alimentation des animaux ou susceptibles de l'être. Ce décret, qui a eu le mérite de poser un premier cadre pour organiser les activités pastorales souffre dans le contexte actuel d'obsolescence à cause de son orientation principalement focalisée sur la gestion des conflits entre les éleveurs et les agriculteurs. Ainsi, il passe sous silence certaines questions essentielles relatives à la préservation des droits d'usage pastoraux (sécurisation de la mobilité du bétail et instauration d'un système d'accès équitable aux ressources naturelles). De fait, la nécessité de reconnaître la mobilité pastorale comme forme de mise en valeur agricole reste toujours d'actualité, au regard de la contribution de l'élevage transhumant dans l'économie sénégalaise (Wane et Mballo, 2016). Ainsi, sécuriser la mobilité des animaux, au-delà de répondre à une réclamation incessante des communautés pastorales, semble être un impératif.

A l'échelle des territoires, nous observons une pression croissante sur les ressources pastorales malgré la présence de cadres de gouvernance et d'outils de gestion territoriale issus d'un processus continu de décentralisation initié par la loi de 1964 sur le Domaine National (LDN), et associée au décret 72-1288 relatif aux conditions d'affectation et de désaffectation des terres qui attribue la compétence de gestion collectivités locales.

Pourtant, de nombreux travaux montrent une faible prise en compte de la problématique de l'accès des éleveurs aux ressources naturelles et une augmentation des tensions à l'interface entre territoires d'élevage et espaces agricoles irrigués. Cette faible prise en compte peut s'expliquer par une méconnaissance des pratiques locales dans des contextes de territoires dynamiques. Notre premier objectif de recherche s'attache donc à mettre en évidence les pratiques de gestion du foncier de l'ensemble des groupes d'acteurs composant le territoire, en lien avec la dynamique spatiale de celui-ci.

Cette méconnaissance des réalités de gestion du foncier rural a des impacts sur l'opérationnalité des outils de gestion foncière, notamment les systèmes d'informations fonciers, portés par la SAED dans la vallée du fleuve Sénégal, qui se concentrent aujourd'hui exclusivement sur le suivi des espaces irrigués. A ce niveau, on note une faible appropriation (ajouter mise en œuvre) de ces outils par les acteurs à différentes échelles (i.e. services déconcentrés/décentralisés, agriculteurs/éleveurs). Dans ce contexte, nous nous interrogeons sur la pertinence des outils de gouvernance existants pour une gestion durable des ressources et une planification territoriale intégrée. Comment repenser la planification territoriale à travers des dispositifs co-construits territoriaux ? Nous considérons ici que le foncier pastoral se caractérise par un ensemble de points de ressources en réseaux et faisons l'hypothèse que la

sécurisation des espaces d'élevage doit être planifiée à une échelle dépassant les découpages administratifs et politiques pour intégrer une dimension intercommunale plus à même de considérer la continuité des territoires d'élevage.

- ***Quel devenir des populations pastorales au sein des territoires ? intégration, emploi et migration***

Au Sahel, le devenir des territoires pastoraux est aujourd'hui questionné sous l'angle de la viabilité des systèmes pastoraux et leur capacité à répondre à des enjeux pluriels, notamment sociaux. La question du rôle de l'élevage ne se pose plus au regard de l'abondante littérature sur ces apports économiques et écologiques. En revanche, la place des systèmes pastoraux au sein de territoires de plus en plus étroits est incertaine. Le manque d'emplois, la dégradation des ressources et des conditions sécuritaires seraient le terreau de la marginalisation accrue des pasteurs et de la migration de populations. La place et l'avenir des éleveurs, notamment des jeunes qui méritent une attention particulière, sont ainsi souvent remis en question. La dégradation observée au Mali, au Burkina et au Niger pousse certains auteurs et décideurs politiques à parler de crise de la jeunesse pastorale (exclusion ou marginalisation des jeunes, faiblesse des moyens d'insertion, radicalisation, migration, ...). Pourtant, dans certaines situations comme au Sénégal, il semblerait que l'autonomisation des cadets (jeunes et femmes) pasteurs ou agro-pasteurs, gage de la durabilité des systèmes pastoraux, soit plus aisée que dans d'autres activités agricoles. Autrement dit, l'élevage « retiendrait mieux » ses jeunes que l'agriculture. L'organisation sociale pastorale permettrait de garantir l'installation et l'essor économique des cadets (pré-héritage, règles du mariage, capital animal, spécialisation dans l'élevage des petits ruminants, ...) (Ancey et al, 2008 ; Manoli, 2012 ; Diao Camara, 2017).

Sur ce sujet hautement stratégique, les études documentées sont encore beaucoup trop partielles pour en tirer des conclusions définitives. Dans le cadre de ce quadriennal nous souhaitons instruire les thèmes suivants : i) Caractérisation des jeunes issus du milieu pastoral, ii) Conditions d'autonomisation des jeunes et diversité dans l'espace sahélien, iii) Caractérisation des migrations (qui, quand, combien, où) ; iv) Opportunités d'emploi pour les populations pastorales. L'ambition n'est de placer ni la migration ni l'emploi au cœur de l'objet de recherche, mais de regarder les ressorts d'autonomisation et d'émancipation dans les territoires pastoraux pour les jeunes.

Les ressorts des dynamiques d'évolution des territoires et d'intégration sociale des populations tels l'accès à l'éducation/formation, les NTIC et les opportunités sont intéressants à étudier. Ces questions ouvrent le débat des enjeux sociaux contemporains. En effet, la vulnérabilité des communautés pastorales nuise à la viabilité des systèmes pastoraux que les seules adaptations internes aux systèmes de production ne suffisent à garantir. Les drivers du changement social deviennent de plus en plus importants à considérer pour l'avenir des régions pastorales. Quels sont les changements dans la gouvernance de l'accès aux ressources productives (terres, eau, alimentation, races, espèces animales...) ? Quelles sont les dimensions sociales de l'accès aux services sociaux de scolarisation, de jeunesse, de rapport à la modernisation, de citoyenneté, de sécurité ?

- ***Dynamiques et formes de coexistence actuelles et futures dans les territoires***

Les ressources des territoires d'Afrique Sahélienne sont historiquement partagées entre systèmes de production agricoles et systèmes pastoraux. Les dynamiques territoriales sont rapides et questionnent continuellement la place des systèmes pastoraux. A l'échelle du Sahel, les mouvements de transhumance sont contraints par des restrictions à l'entrée des pays côtiers principaux pays d'accueil. Dans des pays comme le Sénégal, ces dernières décennies ont vu l'installation accélérée d'autres systèmes d'exploitation des ressources, comme les agro-industries et les industries d'extraction minières. L'installation de ces nouveaux systèmes d'exploitation et les choix de politiques territoriales fortement

agricoles (cultivé) remodelent l'organisation des territoires, bouleversent les modes d'accès aux ressources et sont souvent à l'origine d'une surexploitation des ressources naturelles. **Comment les différents systèmes d'exploitation des ressources coexistent-ils sur les territoires ? Comment se partagent-ils l'accès aux ressources ?** L'enjeu est d'avoir une vision rétrospective des relations entre ressources, acteurs, systèmes d'activité et infrastructures au sein des territoires, pour comprendre leur organisation actuelle et comprendre les formes de coexistences entre les différents acteurs. Les dynamiques actuelles d'urbanisation des territoires ruraux seront étudiées. **Quelles sont les différentes perceptions des acteurs de leurs territoires ?** La question des différentes perceptions des acteurs de l'usage des ressources sera abordée : de quelle manière les acteurs caractérisent-ils et analysent-ils les usages faits des ressources ? L'enjeu est de pouvoir remettre l'acteur au cœur de l'analyse territoriale pour prendre en compte la diversité des visions. **Quelles sont les différentes possibilités d'évolution de ces dynamiques ? Lesquelles favoriseraient une meilleure valorisation/insertion de l'élevage dans le territoire ?** Il s'agit d'appréhender les possibles évolutions des relations entre les différentes composantes du territoire dans un contexte de changement global : quels aménagements, quelles synergies, quelles combinaisons d'activités, quels arrangements, quels points de rupture, quelles recompositions socio-spatiales, etc. Il s'agira d'explorer les opportunités qu'offrent les différentes formes, notamment pour les activités d'élevage, et de voir quelles dynamiques et quelles trajectoires elles prennent. Au sein du programme scientifique, il est prévu de caractériser les scénarii ainsi construits qui seraient les plus favorables à l'insertion de l'élevage et au développement durable des territoires.

2.5. Axe 3 : Produits animaux et filières

Question centrale : Dans les territoires (agro)pastoraux, comment produire et vendre plus et mieux, procurer des revenus aux producteurs et faire face aux importations extra-africaines de produits animaux ?

Face à la croissance démographique et à la réduction des espaces pastoraux en Afrique de l'Ouest, nourrir les villes à partir des produits animaux pastoraux et agro-pastoraux est devenu un défi majeur pour les professionnels du secteur. Jusqu'à présent les acteurs de la filière ont réussi à approvisionner les marchés en forte croissance, à coûts compétitifs. Cependant, à l'instar du lait, la menace pour la viande rouge vient désormais du marché mondial.

Dans ce troisième axe du Programme Scientifique la question centrale se déclinera en trois questions secondaires :

- Quelles sont les dynamiques observées en Afrique de l'Ouest sur les systèmes de production et les marchés de la viande rouge et du lait ?
- Comment améliorer les performances des systèmes (agro)pastoraux et des filières dans un contexte de changements ?
- Comment modéliser ces dynamiques et les flux associés (effectifs, produits animaux, finances, biomasse, énergie, nutriments) ?

Les activités envisagées pour le prochain quadriennal sur le thème « Produits animaux et filières » comprendront notamment : (i) l'étude des modèles de production dans les territoires (performances et choix des modèles de production), (ii) l'étude des filières des produits animaux (gouvernance et compétitivité, vulnérabilité, stratégies des acteurs) et; (iii) le développement de modèles intégrant les facteurs zootechniques, agronomiques, environnementaux, politiques, économiques et sociaux de la

production et de la mise en marché des produits animaux (SMA, modèles économiques, évaluation multicritères, cartographie, modèles démographiques, prospective).

Efficiency des systèmes de production

Pour produire plus de viande (bovins, ovins et caprins), il faut soit produire plus d'animaux, soit produire des animaux plus gros – éventuellement les deux. La croissance des effectifs sera très contrainte dans les prochaines décennies en raison de la diminution des espaces pastoraux, des temps de jachères et de la mobilité des troupeaux. En outre, il faudra produire mieux en respectant l'environnement et en rémunérant convenablement les éleveurs. L'efficacité des systèmes de production extensifs pastoraux et semi-intensifiés agro-pastoraux sera donc déterminante à l'avenir. Sur le plan zootechnique, le facteur alimentaire demeure capital. Des travaux sont encore nécessaires sur la connaissance des rations de base pour les animaux sur parcours et surtout sur les ateliers d'embouche qui se développent dans toute la région ouest-africaine. Sur le plan socio-économique, la lutte contre la vulnérabilité des producteurs reste prioritaire). Nos travaux s'attacheront à mieux cerner l'évolution des seuils de pauvreté en milieu pastoral.

Pour la production laitière, largement concurrencée par les importations de lait en poudre, l'intensification de noyaux laitiers se fait progressivement, en particulier autour des centres de collecte. Des fermes laitières commencent aussi à émerger. Nos travaux porteront sur les innovations techniques (rationnement, productivité animale, date des vêlages) et organisationnelles (achat aliments bétail, mise en marché, collecte de lait) à mettre en œuvre à l'échelle des concessions ou des zones de production (métabolisme territorial).

Efficiency des filières des produits animaux

Performances des filières

Face aux processus de globalisation et de territorialisation, on note systématiquement des formes combinées dans les bassins de production et de consommation entre différents circuits de produits animaux (lait, viande ou animaux sur pied), et entre différents modèles de production, de transformation et de distribution. C'est à l'étude de ces dynamiques et à celle de la constitution de ces formes de combinaisons territorialisées que nous consacrerons nos travaux dans le prochain quadriennal. Nous analyserons en particulier les questions de gouvernance, de compétitivité et de choix des modèles de production. Nous travaillerons aussi sur les nouveaux opérateurs (industriels laitiers, abattoirs privés, provandiers, distribution GMS, fermes laitières, ateliers d'embouche, moutons de Tabaski, ...). Plusieurs projets éditoriaux (articles, atlas, notes aux décideurs) et d'organisation de colloques internationaux sont programmés dans le prochain quadriennal (dont 3^{èmes} Rencontres « Lait, Vecteur du développement », Dakar, mai 2019).

Les travaux sur les dynamiques et l'efficacité des filières des produits animaux (lait et viande rouge) seront valorisés et renforcés. La principale question, qui est ici adressée à la recherche, est de savoir si les filières locales sont capables de couvrir partiellement ou totalement la demande en forte croissance en lait et en viande en Afrique de l'Ouest dans les décennies à venir. Les enjeux sur le commerce et la mobilité du bétail en Afrique de l'Ouest seront ainsi actualisés et diffusés dans les pays de la CEDEAO via les modules d'animation réalisés lors des précédents quadriennaux (« Commerce du bétail en Afrique de l'Ouest » Thébaud et Corniaux, 2011 ; « Mobilité du bétail en Afrique de l'Ouest » Thébaud et Corniaux, 2017). Les travaux sur la filière laitière s'ouvriront davantage aux questions relatives à l'industrialisation du secteur et à la compétition des laits en poudre au Sahel et dans les pays côtiers. En regard de ces deux filières, nous avons également prévu d'actualiser et de compléter nos études sur les

filières des sous-produits agro-industriels (potentiel, usage pour l’emboche et/ou pour la production laitière) à l’échelle de l’Afrique de l’Ouest.

Résilience et vulnérabilité (à revoir ???)

Face aux changements globaux en cours (climat, démographie et pression sur les ressources, urbanisation), la question de la vulnérabilité, de la résilience et du développement des populations qui vivent de l’élevage se pose avec acuité. Les analyses sur la vulnérabilité et les indicateurs de caractérisation et de mesure se multiplient dans les institutions de recherche et de développement qui affichent aussi leur volonté de renforcer la résilience des populations. C’est pourquoi, dans le prochain programme scientifique nous chercherons à :

- Situer les travaux par rapport aux enjeux du développement. Les concepts de vulnérabilité et de résilience sont inscrits dans les Agendas institutionnels internationaux et justifient des promesses d’investissements. Toutefois, l’activité d’élevage dans les zones sèches reste encore insuffisamment prise en compte dans ces divers Agendas du fait de la difficulté réelle de passer des constats scientifiques à l’élaboration d’indicateurs dynamiques et de produits de vulgarisation permettant aux acteurs de la société et du développement de comprendre, suivre et prendre des décisions pertinentes pour l’avenir de l’élevage notamment dans les zones sèches.

- Poursuivre la caractérisation des économies d’élevage en zones sèches et de consolider les études sur les stratégies des sociétés pastorales et des opérateurs des filières des produits animaux (viande et lait) en privilégiant les cadres d’analyses en termes de sécurisation des moyens d’existence, de capacités d’adaptation, et en déterminant les principales limites de ces stratégies et actions. La production d’indicateurs cartographiés constituera une étape importante dans l’examen des stratégies pastorales actuelles. Les questions de niveau et d’échelle de pertinence, d’observation et d’action seront prises en considération.

Modélisation des dynamiques territoriales en cours et des flux associés

Les territoires d’élevage sont soumis à des changements économiques et environnementaux rapides, qui risquent de s’intensifier dans les prochaines décennies (croissance démographique, déclin et émergence de marchés agricoles, perturbations du climat, évolution des politiques publiques, etc....). Ces derniers ont conditionné l’évolution de l’occupation du sol et ont généralement conduit à une régression des espaces de parcours et une mise sous contrainte de la mobilité des troupeaux. Face à ces changements de nouveaux systèmes d’élevage et de nouveaux opérateurs émergent. Les territoires se réorganisent.

Par la modélisation et l’évaluation multicritères, les trajectoires passées et les options futures seront analysées en s’intéressant tout particulièrement aux conséquences de l’évolution des systèmes d’élevage sur la réorganisation des cycles de la biomasse, des nutriments, de l’énergie ainsi que des effectifs dans les agro-écosystèmes à l’échelle des territoires. Ces changements conditionnent en particulier la productivité animale et végétale des territoires, les flux de fumier et d’aliments pour le bétail, les flux de produits animaux, la fertilité des sols, ainsi qu’un ensemble d’impacts environnementaux et économiques tels que l’émission de gaz à effet de serre et les prix. Au final la modélisation devra nous permettre de mieux cerner ou prévoir les facteurs de l’efficacité des systèmes de production et des filières associées.

2.6. Axe 4 : Enseignement et renforcement de capacités

Face aux nouveaux enjeux du pastoralisme et des zones sahéliennes, une compréhension renouvelée des interactions élevage / environnement et la maîtrise des nouveaux outils de diagnostic et

d'évaluation du pastoralisme sont à la base du projet d'une nouvelle formation sur l'élevage extensif et la gestion des ressources naturelles. Cette formation devra permettre l'émergence de nouvelles compétences dans les métiers du pastoralisme (sciences de l'ingénieur) et dans la recherche/développement pour mieux appréhender la complexité du pastoralisme dans la sous-région et dans le monde. Cette formation sera complémentaire au Master et à l'Ecole Doctorale déjà estampillés PPZS (cf 1.2).

Le Master 1 et 2 « Pastoralisme et Développement » de l'UCAD a pour objectifs de :

- apporter aux acteurs du pastoralisme au Sénégal et dans la sous-région des informations et connaissances pour mieux comprendre les systèmes pastoraux (leurs contraintes et opportunités) et développer une vision pour le secteur ;

- doter les acteurs d'outils et méthodes en vue de leur permettre d'être des relais efficaces en adéquation avec une nouvelle vision du pastoralisme considéré comme un important potentiel de développement socio-économique durable des pays sahéliens et de l'Afrique de l'Ouest ;

- permettre à l'ESEA d'accroître son offre de formation en impliquant trois départements de l'UCAD que sont le département de géographie, celui de biologie végétale et le département de génie informatique de l'Ecole supérieure Polytechnique et le CIRAD.

Le Master Pastoralisme et développement pourrait être institutionnellement domicilié à l'ESEA et bénéficier de sa logistique (salles, véhicules pour les visites et stages hors de Dakar, etc.). Ce programme compte aussi s'appuyer sur un partenariat local avec l'UASZ, l'UGB, l'Université de Kaolack (en construction) et international avec des contacts pris avec SupAgro, l'UMR ARTDEV et l'UMR SELMET entre autres.

2.7. Les thèmes transversaux

Les thèmes transversaux de la mobilité et de la démographie des populations animales ont été validés. Lors de ce quadriennal, il sera nécessaire de montrer comment ils sont traités dans chaque axe du programme scientifique.

Mobilité pastorale

La mobilité est un élément fondamental du pastoralisme. Quels sont les changements de la mobilité pastorale et quelles tendances se dessinent ? Quelles sont les conditions actuelles d'exercice de la mobilité pastorale et comment les améliorer ? Quels impacts sur les systèmes pastoraux et leur

productivité ? Telles seront les questions traitées dans notre nouveau quadriennal en combinant nos approches des axes 1, 2 et 3.

Démographie populations animales

2.8. Enjeux méthodologiques de recherche

Les enjeux méthodologiques concerneront les manières de produire des données, de les mobiliser et de s'engager dans des dynamiques de co-construction.

Étant donné les ambitions de production de données actualisées, faisant l'état des dynamiques territoriales, il s'agira de produire les données nécessaires grâce à différentes méthodologies disciplinaires et pluridisciplinaire : l'analyse de paysage, les diagnostics agraires, l'analyse des réseaux d'acteurs, cartographie, télédétection, mobilisation des drones et photogrammétrie, systèmes d'information géographique.

Au-delà des données produites pour rendre compte des dynamiques en cours, il s'agira d'être en mesure de mobiliser et d'articuler les données issues de sources hétérogènes.

Comment articuler et traiter des données aux sources, natures et échelles hétérogènes pour rendre compte des dynamiques territoriales ?

Les enjeux consisteront notamment à prendre en compte au sein d'un système d'information une représentation mobile et une représentation fluide, en mobilisant des outils comme la modélisation spatiale, les systèmes d'informations géographique, et ou en hybridant différentes approches de modélisation.

Les activités et les différents fronts de recherche développés au sein de l'axe se construisent en intégrant des dimensions interdisciplinaires, et multi-acteurs, ceci afin de rendre compte de la complexité des dynamiques et des systèmes de gestion et de fonctionnement des territoires étudiés, en étant en mesure de mobiliser différents regards de chercheurs. En termes d'enjeux méthodologique Il s'agira plus précisément de savoir

Comment co-construire des visions partagées avec une diversité d'acteurs afin d'accompagner la prise de décisions ?

Comment définir en commun des informations et des indicateurs partagés ?

Comment rendre compte des perceptions et vécus (visions) sur les territoires afin de tenir compte à la fois des dynamiques et des points de vues des acteurs pour envisager le développement des formes de coexistence à l'échelle territoriale ?

Comment construire collectivement des innovations organisationnelles pour appuyer les dynamiques actuelles des systèmes/territoires ?

Ces explorations méthodologiques reposeront la mobilisation d'outils comme les cartes à dire d'acteurs, le théâtre forum, les jeux de rôle, la modélisation participative, la cartographie participative, les drones, les modules de forum, et la prospective.

CAPITALISATION ET PRODUITS ATTENDUS

3.1 Capitalisation des connaissances au sein d'un système d'information géographique

Lors des deux dernières évaluations du dispositif PPZS, la commission a regretté qu'il n'existe aucun système d'information géographique au standard en vigueur (norme INSPIRE) qui rassemble, sauvegarde et rende accessible via une interface web l'ensemble des données recueillies par les membres du PPZS, à ses membres et aux partenaires de la Recherche ou du Développement.

La mise en place d'une telle base de données est une des priorités pour le nouveau quadriennal du PPZS. Pour cela, il faudra développer une architecture de partage, constituer un catalogue de métadonnées géo-référencées et gérer les aspects juridiques de la propriété et de l'accès aux données. Un produit de ce travail sera l'obligation pour les chercheurs de rendre explicite leurs protocoles de recherche et les modes opératoires associés pour le recueil des données. Autrement dit, cette dynamique de capitalisation permettra la mise en place d'une véritable démarche qualité. De plus, base de données interopérable et démarche qualité sont des prérequis dans tout processus de labellisation d'un dispositif de recherche à long terme.

Les Systèmes d'Information Géographique, par leur capacité à combiner des informations cartographiques provenant de diverses sources pour en extraire des informations synthétiques et par leur capacité de simulation, sont des outils d'intégration, bien adaptés à l'étude des problématiques spatiales complexes des espaces agro-pastoraux d'Afrique de l'Ouest. Le système d'Information Géographique sera composé de données de nature, de sources, de dates d'acquisition, d'échelles différentes et variées : données administratives (Communautés rurales, Villes et villages, Unités pastorales, Marchés à bétail, Routes et pistes), données environnementales (carte des sols, carte des cours d'eau, carte des forages et des mares temporaires), données environnementales dérivées des produits issus de l'Observation de la Terre (OT), de la basse à la moyenne résolution spatiale (MODIS, Landsat7, SPOT4...), données climatiques, données sur les transhumants (carte sur la distribution des campements, carte de mobilité des troupeaux), données sur les savoirs locaux, données sur les services éco systémiques clefs et leur impact sur la gestion de l'espace agro-pastoral.

L'analyse des relations spatiales entre ces différentes couches de données permettra d'élaborer des produits dérivés, des indicateurs en lien aux problématiques liées à la gestion agro-pastorale des régions d'Afrique de l'Ouest.

Une interface Web Mapping est prévue sur la plateforme GITES (www.initiative-gites.org). Dans la mesure du possible, ille PPZS souhaite dans ce quadriennal s'appuyer sur les grands projets en cours ou en

montage pour inscrire des activités KMS (Knowledge Management System i.e. Système de gestion des connaissances).

3.2. Vers un ou plusieurs sites de recherche à long terme sur la dynamique des systèmes socio-écologiques sahéliens ?

La commission d'évaluation du précédent quadriennal a encouragé le collectif PPZS et ses tutelles à réfléchir à l'intérêt qu'il y aurait à mettre en place un dispositif de recherche à long terme. La région du Ferlo semble particulièrement appropriée en s'appuyant sur son accessibilité⁸ et sur l'ancienneté et la

⁸ Beaucoup de terrains sahéliens nous sont actuellement interdits pour des raisons sécuritaires.

continuité des recherches qui y ont été développées depuis l'époque de la station ORSTOM de Richard-Toll au début des années 1970. Un tel dispositif pourrait également s'appuyer avantageusement sur le couplage entre une station de recherche expérimentale de terrain comme le Centre de Recherche Zootechnique de Dahra de l'ISRA (ISRA-CRZ de Dahra) et la zone d'observation du Ferlo où se déroulent une partie importante des recherches du PPZS. Un tel projet pourrait également bénéficier et s'appuyer sur l'expérience développée par le CNRS dans le Ferlo également à travers l'OHM (Observatoire Homme-Milieu) Tessékéré qui se situe au cœur du programme panafricain de développement et de reforestation appelé Grande Muraille Verte.

L'ensemble PPZS, ISRA/CRZ-Dahra (et OHM ?) pourrait prétendre à l'obtention d'un label national de type Zone Atelier ou international de type LTER (Long Term Ecological Research) ou plateforme LTSE (Long Term Socio-Ecological Research) sur la problématique des changements globaux dans la zone sahélienne. La concentration de recherches sur un ou plusieurs sites ateliers à long terme est susceptible de fournir des cadres d'analyses intégrées bien plus généralisables que de simples comparaisons statistiques effectuées sur les différences qui existent entre plusieurs états de la sous-région sahélienne. La littérature abonde sur ce sujet et le collectif PPZS doit s'y intéresser et réfléchir à l'opportunité de développer à la fois une partie de ses recherches sur un ou plusieurs sites à long terme pour approfondir le fonctionnement des systèmes complexes sahéliens et d'élargir parallèlement son assise géographique en développant des analyses comparatives entre pays sur la base des indicateurs et modèles produits sur le site à long terme.

Au-delà d'une reconnaissance internationale des recherches menées dans le Ferlo, ce type de dispositif constitue un label très attractif pour les bailleurs de fond lors de réponses à des appels d'offre.

Cette démarche sera appliquée en priorité sur nos terrains historiques pour lesquels nous disposons déjà de bases de données anciennes et bien informées : forages de Tatki, Rewane, Thieul et Tessékéré. Ce dispositif sera complété par le site de la zone de collecte de la Laiterie du Berger. Un lien plus formel devrait être mis en avant avec le site de Niakhar, dans le bassin arachidier (pilote par le LMI IE Sols). Un site en Casamance ou dans le Sine Saloum est également envisagé. Cet observatoire devra en principe nous permettre des ouvertures plus formelles avec les dispositifs OHM de la Grande Muraille Verte. Nous aurons également à réaffirmer nos liens solides bien que récents avec l'observatoire du CILSS qui couvre l'ensemble des pays sahéliens sur des thématiques similaires et/ou complémentaires.

3.3. Principaux produits attendus

Au-delà de la publication d'articles scientifiques (effort à poursuivre par rapport au précédent quadriennal), nous prévoyons pour 2018-2021 la valorisation du symposium « Le pastoralisme dans le courant des changements globaux : défis, enjeux, perspectives » (<https://p2cg2017.sciencesconf.org/>) à travers l'édition des proceedings et d'un numéro spécial dans une revue scientifique.

La publication de deux atlas est également prévue. Le premier atlas sera consacré à l'impact de la mise en place d'une laiterie en milieu pastoral : cas la Laiterie du Berger au Nord du Sénégal. Le second valorisera les travaux du PPZS sur la gouvernance des territoires irrigués sahéliens (cf 2.2.).

La mise en œuvre du nouveau Master « Pastoralisme et Développement » et l'implication des membres du PPZS dans le Master XX (cf 2.4.) seront des attendus majeurs de ce prochain quadriennal.

Le collectif PPZS travaillera à la production d'outils (i) de débats et (ii) de simulation/prospectives pour la gestion intégrée des territoires sahéliens. Une attention particulière sera également portée à

l'usage de nouveaux outils pour nos travaux : des drones (recensement des campements, dynamiques d'occupation des sols, suivi de végétation, ...), appareil photo (cf Simon).

Le PPZS envisage enfin de porter l'organisation de deux colloques internationaux. Un second symposium international sur le pastoralisme est envisagé en 2020. Compte-tenu du succès de la première édition, le portage de ce symposium est considéré comme essentiel pour sa lisibilité et sa légitimation. Il devra être ouvert au développement et devra pointer les acquis scientifiques et les enjeux pour le pastoralisme. Le PPZS sera également engagé dans l'organisation de la troisième édition des Rencontres internationales « Lait, vecteur de développement » prévues à Dakar en juin 2019.

III. PARTENAIRES ET REGIONALISATION

4.1. Partenariat : avec qui et pour quoi faire ?

La liste des partenaires du PPZS est longue (Cf Evaluation Externe du PPZS, 2017). Elle reflète les liens bâtis depuis plus de quinze ans avec les milieux de la recherche, de l'enseignement supérieur, des bailleurs, des décideurs, du développement et des organisations professionnelles. Par ce large panel, le PPZS s'appuie sur un socle solide pour former des étudiants et des cadres, financer sa recherche, valider et diffuser ses résultats en matière de pastoralisme en Afrique de l'Ouest. L'effort réalisé ces dernières années pour favoriser la diffusion de nos résultats de recherche est à noter. Les liens avec l'ARED, qui diffuse les modules sur le commerce du bétail en Afrique de l'Ouest et sur la mobilité du bétail en Afrique de l'Ouest, en est un bon exemple. Les écrits du PPZS sont aussi largement diffusés par Inter-Réseaux. Compte-tenu des conditions sécuritaires au Sahel, certains terrains sont par ailleurs devenus difficiles d'accès pour les membres du PPZS. C'est pourquoi le partenariat avec Acting For Life est aujourd'hui essentiel. AFL est non seulement très actif sur la coordination de projets régionaux relatifs aux questions de l'avenir du pastoralisme en Afrique de l'Ouest, mais l'ONG regroupe aussi de nombreuses organisations professionnelles basées sur le terrain. Ces organisations d'éleveurs sont aujourd'hui des relais pour la collecte de données primaires.

Dans le nouveau quadriennal, l'effort portera sur la consolidation de nos partenariats nationaux et régionaux, notamment :

- avec les organisations d'éleveurs à dimension sous-régionale telles que Bilital Maroobé et l'APESS, via la conduite de projets communs ;
- avec les organisations régionales telles que le CILSS, la FAO, l'ILRI et le CORAF ;
- avec les dispositifs homologues du PPZS de la sous-région tels que ASAP et ISA ;
- avec le Centre National de Spécialisation - Elevage de Niamey, actuellement en construction.

Le quadriennal 2014-2017 a été en ce sens un succès. Le PPZS a aujourd'hui une lisibilité régionale par ses partenariats, par les projets dans lesquels il est impliqué et par le positionnement de ses collaborateurs (à la FAO, au CILSS et à l'ILRI) (cf 4.2.). A contrario, le PPZS a perdu en partie sa lisibilité initiale sur le terrain sénégalais. C'est pourquoi le PPZS réactivera de façon plus formelle - au-delà des liens personnels directs établis avec les chercheurs et les étudiants – ses relations avec les partenaires actifs au Sénégal. Il s'agit des services publics du Sénégal (MINEL, SAED, OLAC), des ONG et OP d'envergures nationales intervenants auprès des éleveurs (CERFLA, SOS FAIM, CNCR, FONGS), les Think Tank (IPAR, IED)...

Enfin, le conseil d'administration tenu en février 2018 autorise désormais l'ouverture institutionnelle du PPZS. La réflexion est donc ouverte pour intégrer au PPZS une (ou plusieurs) institution qui permettrait

notamment une meilleure assise pour faire face (i) aux défis à venir pour le pastoralisme et (ii) à la recherche de financements internationaux.

4.2. Régionalisation et lisibilité du PPZS

Du fait de ses institutions membres, le PPZS a pu par le passé laisser une impression de travaux et de préoccupations sénégalocentrés. Pourtant, l'essentiel des activités se font depuis la création du PPZS à l'échelle régionale sur programmes, avec les compétences complémentaires locales et sous-régionales. La « régionalisation » des travaux se manifeste de plusieurs manières : gestion de projets de recherche à dimension sous-régionale, collaboration avec des collègues de la sous-région lors d'expertises, participation (à) et organisation de nombreux ateliers régionaux (Niger, Mali, Mauritanie, Burkina Faso, Tchad, Bénin, Togo, Cameroun), accueil et formation d'étudiants de la sous-région. Notre lisibilité vis-à-vis d'institutions telles que le PAM, la CEDEAO et l'UEMOA se sont renforcées, ce qui nous permet aujourd'hui d'obtenir des projets d'expertises et d'exposer nos réflexions en matière d'orientation des politiques publiques à l'échelle du Sahel ou de l'Afrique de l'Ouest. De la même façon, le PPZS est devenu un partenaire majeur du CORAF, de la FAO et de la Banque Mondiale en matière de pastoralisme. Le PPZS fait ainsi partie des instances d'orientation du PRAPS (projet moteur très ambitieux de la Banque Mondiale pour la zone sahélienne, initié en 2013) et du Global Agenda de la FAO. L'organisation d'événements internationaux (ETP du PRAPS (mars 2016 et juillet 17) et surtout symposium international sur le Pastoralisme (nov 2017)) et la publication de documents de référence ont mis le PPZS au cœur des réflexions sur le pastoralisme régional.

Notre souhait est de poursuivre et de consolider nos partenariats en Afrique. Ainsi, l'affectation de 2011 à 2017 d'un chercheur (I. Touré) au CILSS au Burkina Faso a renforcé le partenariat déjà existant avec cette importante organisation régionale (en charge de la mise en œuvre du PRAPS). L'affectation de deux autres chercheurs en 2014 à l'ILRI à Nairobi (A. Wane) et en 2017 à la FAO à Rome (V. Ancey) relève de la même stratégie. Il est ici question d'élargir nos collaborations et nos questionnements scientifiques au pastoralisme en Afrique de l'Est sur la base d'un collectif désormais solide en Afrique de l'Ouest. Autrement dit, loin d'être replié sur lui-même, le PPZS affirme sa volonté d'ouverture et de collaborations régionales.

Dans le même esprit, le PPZS souhaite dans le prochain quadriennal trouver des articulations avec le programme de recherche du CNS Elevage, mis en place à Niamey depuis 2012. Le CNS Elevage semble, à la lecture de leurs premiers documents, s'impliquer sur le développement de l'élevage (ruminants et volaille) avec des entrées « zootechnie » et « santé animale ». Nous pourrions ainsi trouver des thématiques communes sur le pastoralisme avec nos entrées complémentaires « sciences sociales » et nos travaux aux échelles territoriale et régionale. Le PPZS doit construire un cadre de collaboration, promouvoir les synergies et les complémentarités tout en montrant ses avantages comparatifs et en revendiquant ses différences (lisibilité, attractivité du PPZS). Le PPZS peut donc promouvoir et systématiser les rencontres avec le CNS Elevage, monter des projets de recherche communs (réponses à des appels d'offre), promouvoir ensemble auprès des partenaires la dimension Elevage, renforcer les capacités des collaborateurs.

Le PPZS cherchera aussi à formaliser les collaborations avec les DP ASAP (Bobo Dioulasso, Burkina Faso) et ISA (Ouagadougou, Burkina Faso) respectivement pour rendre plus lisibles nos travaux dans les espaces agro-pastoraux et pour incrémenter et bénéficier de nos observatoires et autres systèmes d'information à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest.

En outre, les partenariats ouverts depuis 2006 avec des institutions du Nord (INRA, Universités, Grandes Ecoles) se sont confirmés et élargis (IRD). Lors du prochain quadriennal, la mise en place du

nouveau Master « Pastoralisme et Développement » (cf 2.4.) devrait amener des échanges formalisés avec Agrhymet (Niamey, Niger).

Finalement, le PPZS doit apparaître dans les années à venir comme une institution reconnue d'intérêt régional pour ses travaux conduits sur le Pastoralisme. Par ses travaux, sa communication, ses observatoires et sites de suivi à long terme, ses partenariats et l'affectation régionale de chercheurs associés, le PPZS peut obtenir une labellisation régionale. C'est en étant une entité visible, solide et autonome (connectée à ses partenaires tels que le CNS Elevage) que le PPZS pourra contribuer à l'avenir à l'émergence d'un éventuel Centre Régional d'Excellence Elevage (CRE-Elevage)⁹. C'est en poursuivant cette stratégie qu'il pourra aussi apparaître comme un partenaire légitime et incontournable, sur le thème du pastoralisme, pour les institutions internationales et dans les projets de recherche.

4.3. Réfléchir à l'émergence de projets fédérateurs

La convention du PPZS mentionne à plusieurs reprises des programmes fédérateurs de recherche pour les membres du pôle. Les projets ANR (TRANS, MOUVE, ECLIS), Animal Change, et plus récemment BRACED ont permis d'engager sur plusieurs années le collectif et de former des doctorants. L'atlas sur le pastoralisme dans le Sahel (Touré et al, 2012), résultat majeur du PPZS, a été l'aboutissement d'un projet structurant, qui a également inclus des partenaires extérieurs au pôle (SIPSA). Le conseil scientifique du PPZS devra réfléchir à mettre en place de nouveaux projets fédérateurs interdisciplinaires et pluriannuels de recherche. Un tel programme permettrait aux chercheurs du pôle d'avoir une activité estampillée PPZS sur laquelle travailler en plus des travaux plus ponctuels ou individuels liés aux appels à projets. Ainsi, une continuité et une lisibilité du programme de recherche pourront être assurées sur la durée d'un quadriennal.

Plusieurs projets fédérateurs se sont terminés à l'échéance du précédent quadriennal (BRACED, Milky Way, ANR CERAO). Certains vont se poursuivre ou se concrétiser (PRAPS, BRACED phase 2). Plusieurs pistes sont aussi d'ores et déjà activées. Le PPZS devrait ainsi être partie prenante des gros projets de développement sur le pastoralisme au Sahel et plus largement en Afrique de l'Ouest (PREDIP, PRIDEC, PEPISAO, ...). L'initiative GITES portée de 2016 à 2017, intégrée dans l'axe 2 du prochain programme scientifique, devrait permettre l'émergence de projets dans le domaine de la gestion intégrée des territoires. De même la réflexion est bien engagée autour de l'écologie pastorale (axe 1, plusieurs projets en attente de réponses). La CEDEAO porte par ailleurs l'Offensive Lait, avec l'appui du Hub Rural, sur laquelle le PPZS est déjà positionné en raison de son expertise dans le domaine des filières laitières ouest-africaines.

IV. COMPETENCES ET BESOINS

De manière générale, les besoins en compétences scientifiques peuvent et doivent se traiter sous des angles complémentaires : affectation de chercheurs par des équipes ou des laboratoires des institutions membres, recrutement, partenariat avec des chercheurs d'institutions extérieures. Mais

⁹ Initiative régionale et institutionnelle portée par le CORAF.

quelles que soient les options choisies, cet enjeu réclame (i) l'implication et le soutien actif des institutions partenaires, et (ii) l'examen de l'option d'une ouverture institutionnelle.

Le dispositif PPZS affiche un socle structurel et scientifique solide depuis une quinzaine d'années, avec un élargissement institutionnel poursuivi pendant les premiers quadriennaux du fonctionnement (ENEA, ESP) et une ouverture disciplinaire confirmée depuis la convention 2010-2013. Le « Pôle Pastoral Zones Sèches » est devenu le « Pôle Pastoralisme et Zones Sèches » afin d'élargir nos zones d'intervention aux régions agro-pastorales et d'affirmer nos approches pluridisciplinaires.

Le départ du collectif de plusieurs chercheurs (retraite, nouvelles affectations) a été globalement compensée sur le plan numérique par l'arrivée de nouveaux collègues. Les sciences sociales se sont renforcées (sociologie, anthropologie, géographie) et concernent une douzaine de chercheurs, soit la moitié du collectif (annexe 4). L'écologie pastorale, un temps -appauvrie, a été sensiblement pourvue par les quatre institutions membres lors du dernier quadriennal. Ainsi, les ressources disponibles au PPZS permettent à nouveau de traiter des enjeux actuels de la recherche et du développement en écologie des zones arides. Les aspects écologiques du paiement des services environnementaux, l'agro-écologie, l'écologie fonctionnelle, ... , sont des thèmes sur lesquels le nouveau programme scientifique sera en mesure de faire des propositions robustes, à la hauteur des enjeux et de son ambition d'établir des sites de suivi à long terme. Il demeure indispensable de renforcer significativement l'équipe en poursuivant nos efforts vers des partenariats solides (Université de Louvain, INRA, CNRS Toulouse, Université Danemark).

Les ressources humaines en zootechnie / agronomie, pourtant fondatrices du PPZS en 2000, font désormais défaut. En cohérence avec notre volonté de mettre en place des sites de suivi à long terme, il nous faut renforcer nos compétences sur la productivité des systèmes d'élevage. Plus spécifiquement, nous avons besoin de renforcer nos approches sur la mesure à long terme des performances animales et sur l'évaluation et la modélisation des flux (produits animaux, énergie, C, N, Gaz à Effet de Serre, ...) autour de nos sites de référence. En lien avec nos compétences en modélisation et en géographie, nous souhaitons développer nos approches sur le « métabolisme territorial ». Nous poursuivrons également notre collaboration avec l'ENSA de Thiès (zootechnie, Spectrométrie Proche Infra-Rouge).

La mise en place effective et opérationnelle de sites de référence à long terme (suivi et gestion des données) nécessite par ailleurs des compétences dédiées en priorité à ce dispositif. Le PPZS a besoin d'un personnel compétent et permanent pour gérer à temps plein les bases de données issues des protocoles établis sur ses sites de références. La réflexion est récurrente. L'ESP (UCAD) a proposé son appui en juin 2017 lors de l'Évaluation Externe. Mais la question de gouvernance du dispositif (propriété et usage des données) n'est pas réglée.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Résumé des programmes scientifiques précédents

Axes et questions de recherche (2001-2005)

Axe 1 : Contribuer à la durabilité des systèmes pastoraux en expliquant le fonctionnement et la dynamique des systèmes pastoraux

Q1 : La dynamique des écosystèmes en zones arides est-elle compatible avec un maintien durable des systèmes pastoraux actuels ?

Q2 : Quel rôle de l'élevage pastoral dans le développement des productions animales ?

Axe 2 : Améliorer le fonctionnement des systèmes pastoraux en agissant sur les niveaux d'organisation et d'échelle

Q3 : Comment améliorer le fonctionnement et la productivité des systèmes pastoraux ?

Q4 : Quels outils sociaux, politiques, économique et techniques pour accompagner la dynamique des systèmes pastoraux ?

Activités de recherche retenues pour le programme scientifique (2006-2009)

Axe 1 - dynamique des systèmes pastoraux

1. Changement climatique et surveillance écologique des espaces pastoraux
2. Dynamiques foncières, politiques d'aménagements en ZSP - impacts sur les systèmes de production]
3. Mobilité transfrontalière du bétail et des éleveurs
4. Risques, incertitudes et sécurisation des systèmes pastoraux
5. Performance et viabilité économique des systèmes pastoraux

Axe 2 – outils et modèles pour la gestion et l'aménagement des espaces pastoraux

1. Disponibilité, gestion et aménagement des ressources en eau dans les espaces pastoraux
2. Disponibilité, gestion et aménagement des ressources fourragères dans les espaces pastoraux
3. Amélioration de la productivité du cheptel dans les espaces pastoraux
4. Savoirs locaux et gestion de l'environnement
5. Amélioration des filières dans les espaces
6. Outils et modèles pour l'analyse et la gestion des espaces pastoraux

Activités de recherche retenues pour le programme scientifique (2010-2013)

Durabilité des socio-éco systèmes en zones sèches face aux changements

- (i) Inégalités, vulnérabilité, adaptation et sécurisation des sociétés pastorales
- (ii) Sécurisation du foncier
- (iii) Mobilité au sein des sociétés pastorales et dynamiques écologiques en zone sèche
- (iv) Productivité des ressources et du bétail
- (v) Outils d'aide à la décision pour l'analyse et la gestion des systèmes socio-écologiques pastoraux

La formation et le renforcement des capacités

6. Formation et enseignement en Pastoralisme
7. Renforcement des capacités locales

Activités de recherche retenues pour le programme scientifique (2014-2017)

Le PPZS a construit son Programme Scientifique 2014-2017 autour de trois thèmes majeurs :

- Axe 1 : Innovations et résilience. → Comment construire collectivement des innovations pour renforcer la résilience des systèmes pastoraux ?
 - Dynamique des savoirs et résilience des systèmes pastoraux
 - Résilience et vulnérabilité
- Axe 2 : Gouvernance et dynamiques des territoires. → Quels impacts a le contexte de réorganisation des conditions de l'activité agricole sur les dynamiques territoriales des zones sèches ?
 - Quels types d'outils « transférables » pour comprendre et gérer le fonctionnement des systèmes pastoraux ?
 - Comment intégrer les connaissances locales dans ces outils, sous quelle forme et à quelle échelle ?
 - Comment co-construire des informations et des indicateurs partagés avec une diversité d'acteurs, situés à différents niveaux de décision ?
 - Comment socialiser les modèles et leurs sorties avec les principaux utilisateurs ?
- Axe 3 : Efficience de l'usage des ressources des systèmes pastoraux. → Comment produire plus et de manière plus durable en répondant aux fonctions multiples que l'on attend des systèmes pastoraux ?
 - Productivité primaire des ressources pastorales et leur utilisation environnementale durable
 - Performance des systèmes de production et des filières
 - Modélisation des dynamiques territoriales en cours et des flux associés

ANNEXE 2 : Bibliographie

d'Aquino P., Bah A., 2014. Multi-level participatory design of land use policies in African drylands: a method to embed adaptability skills of drylands societies in a policy framework. *Journal of Environmental Management* 132, 207-219.

d'Aquino P., 2014. An impact-oriented management of knowledge for project design and monitoring. *Methodological note*, IFAD, 8p.

Assouma M. H., Serça D., Guérin F., Blanfort V., Lecomte P., Touré I., Ickowicz A., Manlay R., Bernoux M., Vayssières J., 2016. Livestock induces strong spatial heterogeneity of soil CO₂, N₂O, CH₄ emissions within a semi-arid sylvo-pastoral landscape in West Africa. *Journal of Arid Land*, accepted.

Assouma M.H., 2013. Approche écosystémique du bilan des gaz à effet de serre d'un territoire sylvo-pastoral sahélien : contribution de l'élevage. Thèse de doctorat AgroParisTech, Paris, oct 2016. 230 p.

Behnke, R., Scoones I., 1992. Rethinking Range Ecology: Implications for Rangeland Management in Africa. *World Bank Environment Working Papers*, No. 53.

Berkes, F., J. Colding, and C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251-1262.

Bohensky E.L. et Maru Y., 2011. Indigenous Knowledge, Science, and Resilience: What Have We Learned from a Decade of International Literature on "Integration"? *Ecology and Society* 16(4): 6. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04342-160406>

Bourgoin, J., Valette, E., Diop, D., Adamczewski, A., Dia, D., Touré, L., 2016. Le delta du Fleuve Sénégal: Quel modèle de développement agricole? Atlas NEPAD, Une nouvelle Ruralité Emergente, Regards Croisés sur les Transformations Rurales Africaines, 2016.

Burnod, P., Bourgoin, J., Valette, E., 2017. Agro-industries et développement territorial : quels rôles pour les politiques foncières ? In : Des territoires vivants pour transformer le monde. Caron Patrick (ed.), Valette Elodie (ed.), Wassenaar Tom (ed.), Coppens D'Eeckenbrugge Géo (ed.), Papazian Vatché (ed.). Versailles : Ed. Quae, 39-43. (Agricultures et défis du monde) ISBN 978-2-7592-2654-2

Corniaux C., 2015. L'industrie laitière en Afrique de l'ouest : histoire, stratégies et perspectives. Rapport de recherche pour le projet « Milky Way for Development », CIRAD/PPZS, Dakar, Sénégal, janvier 2015. 39 p.

Corniaux C. (ed.), Duteurtre G. (ed.), Broutin C. (ed.). 2014. Filières laitières et développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest. L'essor des minilaiteries. Paris : Karthala, VI-242 p.. (Hommes et sociétés).

Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S., Courbois, C., 1999. Livestock to 2020: the next food revolution. IFPRI Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28. Washington, D.C. (USA): IFPRI.

Dendoncker, M., Taugourdeau, S., and Vincke, C., 2017. Evaluation préliminaire des contributions des ligneux à des services écosystémiques en zone sahélienne (exemple du Ferlo, Sénégal). In P2CG, "pastoralisme dans le courant des changements globaux", Dakar, 20-24 nov 2017.

Dendoncker M., Ngom D., Vincke C. Trees dynamics (1955-2012) and their uses in the Senegal's Ferlo region: insights from a historical vegetation database, local knowledge and field inventories, 2015, Bois et Forêts des Tropiques, 326 (4), 25:41

Denis J. et Thiongane A.I., 1973

Duteurtre G., Faye B. (Eds), 2009. L'élevage, richesse des pauvres. Quae, 284 p.

Diop Gaye I. (Ed), 2017. Mobilité pastorale et développement au Sahel. PPZS, L'Harmattan Sénégal. 245 p.

Fall T., 2013. Production herbagère et fertilité des sols : indicateurs d'intensification écologique dans le bassin de collecte de la Laiterie du Berger (Nord Sénégal). Mémoire de l'Université de Ziguinchor, mars 2013, 74 p.

FAO, 2009. Livestock in the Balance. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 166 p.

FAO, 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. FAO, 390 p.

Folke, C. 2004. Traditional knowledge in social-ecological systems. Ecology and Society 9(3): 7. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art7/>

Frey O., 2016. Pertes et gaspillages en lait le long de la chaîne d'approvisionnement – Cas au Sénégal, Mémoire Césure Ingénieur Sup-Agro Montpellier, juil 2016. 65 p.

Friot D. et Guèye I.S., 1976

Griffon M., 2013. Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ? - Édition Quae 2013, Collection : Matière à débattre et décider, 224 pages

Griot M., 2018. Thèse de doctorat MUSE, mars 2018.

De Haan C., Robinson T., Conchedda G., Ericksen P., Said M., Robinson L., Flintan F., Shaw A., Kifugo S., Wane A., Touré I., Ickowicz A., Corniaux C., Barr J., Martignac C., Mude A., Cervigni R., Morris M.L., Mottet A., Gerber P., Msangi S., Lesnoff M., Ham F., Filliol E., Nigussie K., Paolantonio A., Alfani F.. 2016. Livestock production systems: seizing the opportunities for pastoralists and agro-pastoralists. In : Cervigni Raffaello (ed), Morris Michael (ed). Confronting drought in Africa's drylands: opportunities for enhancing resilience. Washington : World Bank, AFD, p. 47-70. <http://hdl.handle.net/10986/23576>

Kasberger G., 1990.

Losch B., Fréguin-Gresh S., White E.T. (Ed), 2013. Transformations rurales et développement - Les défis du changement structurel dans un monde globalisé. L'Afrique en développement. AFD / Banque Mondiale.

Long, J., A. Teclé, and B. Burnette. 2003. Cultural foundations for ecological restoration on the White Mountain Apache Reservation. Conservation Ecology 8(1): 4. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol8/iss1/art4/>

Meyer et Denis (Coord), 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. CIRAD. 314 p.

OCDE, 2008. Elevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest – Potentialités et défis. CSAO-OCDE / CEDEAO, 162 p.

Pouillon F., 1984.

Reboul C., 1978.

Richard et al, 2018. Dynamiques des systèmes d'herbivores en Afrique subsaharienne. Quae. In press.

Richard et al, 1989. Feeds of the dry tropics. In Ruminant Nutrition – Recommended allowances and feed tables. INRA. P. 325-346.

Sourisseau J.M. (Ed), 2014. Agricultures familiales et mondes à venir. Quae, 360 p.

Thébaud B., Corniaux C., 2017 : La mobilité du bétail en Afrique de l'Ouest. Module d'animation et de formation. ARED, Dakar, Sénégal, 2017. 150 p.

Thébaud B., Corniaux C., 2011 : La commercialisation du bétail en Afrique de l'Ouest. Module d'animation et de formation. ARED, Dakar, Sénégal, 2011. 108 p.

Thébaud B., 2004.

Vayssières J., Birnholz C., Hutchings N. J., Lecomte P., 2015. Ex-ante farm-scale analysis of the impacts of livestock intensification on greenhouse gas emissions in mixed crop-livestock systems in Sub-Saharan Africa. Animal Production Science

Wane A., Cadilhon J. J., Yauck M., 2015, Socioeconomic impacts of innovative dairy supply chain practices – The case of the Laiterie du Berger in the Senegalese Sahel, 16 p.

ANNEXE 3 : Principaux articles et principales publications du PPZS lors du quadriennal 2014-2017.

2017

Camara A., Taugourdeau S., 2017. Book of abstracts du Colloque international « Le Pastoralisme dans le courant des changements globaux : défis, enjeux et perspectives », Dakar, Sénégal, 20-24 novembre 2017. <https://p2cg2017.sciencesconf.org/>

Diop Gaye I. (Ed), 2017. Mobilité pastorale et développement au Sahel. PPZS, L'Harmattan Sénégal. 245 p.

Grain de Sel, 2017. Le pastoralisme a-t-il encore un avenir en Afrique de l'Ouest ? n°73-74, juil16-juin17. La revue d'Inter-réseaux ; juin 2017, 44p.

Vayssières J., Assouma M.H., Lecomte P., Hiernaux P., Bourgoin J., Jankowski F., Corniaux C., Vigne M., Torquebiau E., Ickowicz A.. 2017. L'élevage au cœur de paysages "climato-intelligents" en Afrique de l'Ouest. In : Caron Patrick (ed.), Valette Elodie (ed.), Wassenaar Tom (ed.), Coppens D'Eeckenbrugge Géo (ed.), Papazian Vatché (ed.). Des territoires vivants pour transformer le monde. Versailles : Ed. Quae, p. 114-120. (Agricultures et défis du monde. <http://www.quae.com/fr/r5066-des-territoires-vivants-pour-transformer-le-monde.html>)

Burnod, P., Bourgoin, J., Valette, E., 2017. Agro-industries et développement territorial : quels rôles pour les politiques foncières ? In : Des territoires vivants pour transformer le monde. Caron Patrick (ed.), Valette Elodie (ed.), Wassenaar Tom (ed.), Coppens D'Eeckenbrugge Géo (ed.), Papazian Vatché (ed.). Versailles : Ed. Quae, 39-43. (Agricultures et défis du monde) ISBN 978-2-7592-2654-2

Botta A., Jankowski F., Diao Camara A., Corniaux C.. 2017. Using forum theatre to debate synergies and trade-offs between adaptation strategies of pastoral society with scientists, local and national stakeholders. In : Resilience 2017. Stockholm : s.n., p. 307-307. Resilience 2017 : Resilience frontiers for global sustainability, 2017-08-20/2017-08-23, Stockholm (Suède). http://media.resilience2017.org/2017/08/Resilience-2017_Final-pdf-program.pdf

Taugourdeau, S., Diouf, A., Mbaye, T., Dendoncker, M., Ndiaye, O., Hiernaux, P., Juanes, X., and Ickowicz, A., 2017. Facteurs écologiques impactant les communautés végétales ligneuses et herbacées des parcours du Ferlo entre 1970 et 1981. In P2CG, "Pastoralisme dans le courant des changement globaux", 20-24 nov 2017, Dakar.

Diao Camara A., Jankowski F., Botta A., et Diol M., 2017. « Modernisation(s) » du pastoralisme : quelle prise en compte de la multiplicité des expertises pour la définition d'actions ? In P2CG "Pastoralisme dans le courant des changements globaux", 20-24 nov 2017, Dakar.

Wane A., Mballo A.D., Touré I., 2017. Better understand market behaviours of Sahelian Herders for moving towards structural and sustainable transformation of pastoral economies, paper to present to the The XV European Association of Agricultural Economists (EAAE) Congress on "Towards Sustainable Agri-Food Systems: Balancing between Markets and Society", Parma, Italy, August 29th – September 1st 2017, 14 p.

Corniaux C., Thébaud B., Arnaud F., 2017. La mobilité transfrontalière du bétail : enjeux pour l'Afrique de l'Ouest. In P2CG, "Pastoralisme dans le courant des changements globaux", 20-24 nov 2017, Dakar.

2016

Baritoux V., Houdart M., Boutonnet J.P., Chazoule C., Corniaux C., Fleury P., Lacombe N., Napoléone M., Tourrand J.F.. 2016. Ecological embeddedness in animal food systems (re-)localisation: A comparative analysis of initiatives in France, Morocco and Senegal. *Journal of Rural Studies*, 43 : p. 13-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.11.009>

Kitchell E., 2016. Information sharing and climate risk management among Senegalese agropastoralists. *Climate and Development* 8(2): 158-168.

Turner M. D. McPeak, J. G. Gillin, K., Kitchell E., & Kimambo N. 2016. Reconciling Flexibility and Tenure Security for Pastoral Resources: the Geography of Transhumance Networks in Eastern Senegal. *Human Ecology*, 44(2), 199-215.

de Haan, C., T. Robinson, P. Ericksen, A. Wane, I. Toure, A. Ickowicz, M. Lesnoff, F. Ham, E. Filliol, S. Msangi, P. Gerber, G. Conchedda, A. Mottet, R. Cervigni, and M.L. Morris. 2016 forthcoming. "Livestock Production Systems in the Drylands of Sub-Saharan Africa: Rethinking Development Options." World Bank Research paper. World Bank, Washington, DC.

Assouma M. H., Serça D., Guérin F., Blanfort V., Lecomte P., Touré I., Ickowicz A., Manlay R., Bernoux M., Vayssières J., 2016. Livestock induces strong spatial heterogeneity of soil CO₂, N₂O, CH₄ emissions within a semi-arid sylvo-pastoral landscape in West Africa. *Journal of Arid Land*, accepted.

Papazian, H., d'Aquino, P., Bourgoïn, J., Ba, A. (2016). Jouer avec diverses sources de régulation foncière : le pluralisme sahélien. *Economie Rurale* 27-44 DOI : 10.4000/economierurale.4904

Bourgoïn, J., Valette, E., Diop, D, Adamczewski, A., Dia, D., Touré, L., 2016. Le delta du Fleuve Sénégal : Quel modèle de développement agricole? Atlas NEPAD, Une nouvelle Ruralité Emergente, Regards Croisés sur les Transformations Rurales Africaines, 2016.

Corniaux C., Sall C., Bourgoïn J., Jankowski F., Dia Camara A., Diop D., 2016. Intensification pathways – Senegal River case study (Senegal). Final report, ProIntensAfrica Project (Sénégal). Rapport final Projet ProIntensAfrica, PPZS, Dakar, Sénégal, sept 2016. 43 p

Corniaux C., Duteurtre G., Gamarath L., Aubague S., Ferrari S., Fall A., 2016. L'intérêt renouvelé des multinationales laitières européennes pour le marché ouest-africain : une collecte industrielle enfin possible ? Journées 3R. Paris, dec 2016. <http://www.journees3r.fr/spip.php?article4304>

2015

d'Aquino P., Bah A., 2015. The multi-level participatory modelling of land use policies in African drylands: a method to embed adaptability skills of drylands societies in a policy framework pp – in Neal P. Zachary (ed. Sc.) Handbook of Applied Systems Science, Routledge, 624 p.

Dendoncker M., Ngom D., Vincke C. Trees dynamics (1955-2012) and their uses in the Senegal's Ferlo region: insights from a historical vegetation database, local knowledge and field inventories, 2015, Bois et Forêts des Tropiques, 326 (4), 25:41

Diop, F.T.; Dieng, K.; Wane, A.; Sow, A.; Miguiri, K. Sawadogo, G.J., 2015. Avantages des biodigesteurs sur le bois de chauffe dans les élevages laitiers de Kaolack (Sénégal), Agronomie Africaine, 15 p. (accepté et sous presse)

Doreau M; Benhissi, H; Thior, Y; Bois, B; Leydet, C; Genestoux, L; Lecomte, P; Morgavi, D; Ickowicz, A. 2015. Methanogenic potential of forages consumed throughout the year by cattle in a Sahelian pastoral area. Animal Production Science. (submitted)

Mottet, A., Msangi, S., Conchedda, G., Ham, F., Lesnoff, M. Fillol, E., Ickowicz, A. Cervigni, R., de Haan, C. & Gerber, P. 2015. Modeling livestock production under climate constraints in the African drylands – a methodological framework for assessing adaptation. Agriculture, Ecosystems and Environment (submitted)

Ndiaye O., Amadou Tamsir Diop, Mamadou Diène, Léonard Elie Akpo, 2015. Étude comparée de la végétation de 1964 et 2011 en milieu pâturé : Cas du CRZ de Dahra. Journal of Applied Biosciences 88:8235- 8248.

Vayssières J., Birnholz C., Hutchings N. J., Lecomte P., 2015. Ex-ante farm-scale analysis of the impacts of livestock intensification on greenhouse gas emissions in mixed crop-livestock systems in Sub-Saharan Africa. Animal Production Science, submitted.

Assouma M. H., Vayssières J., Serça D., Guérin F., Blanfort V., Lecomte P., Touré I., Ickowicz A., Manlay R., Bernoux M., 2015. Impact of livestock on the spatial heterogeneity of soil CO₂, N₂O, CH₄ emissions in a silvo-pastoral ecosystem in western sub-Saharan Africa. Animal Production Science, submitted.

Berre D., Vayssières J., Boussemart J.-P., Leleu H., Tillard E., Lecomte P., 2015. A methodology combining an agronomic whole-farm simulation model and efficient frontier analysis to explore eco-efficiency determinants. Env. Modelling & Software 71, 46-59.

d'Aquino P., Richebourg C., 2015. Participation : le paradoxe d'un dialogue à l'autre. 10 p. in GIS Démocratie et Participation, Actes du Colloque "Chercheur.e.s et acteur.e.s de la participation : Liaisons dangereuses et relations fructueuses", Saint-Denis, 29-30 janvier 2015, ISSN, URL : <http://www.participation-et-democratie.fr/fr/node/1815>.

Corniaux C.. 2015. L'industrie laitière en Afrique de l'Ouest : histoire, stratégies et perspectives. Montpellier : CIRAD, 39 p..

Bourgoin J., Diop D. 2015. Réflexions autour de la mise en place d'un observatoire participatif sur le foncier. Policy Brief SREC, IRD

2014

Corniaux C. (ed.), Duteurtre G. (ed.), Broutin C. (ed.). 2014. Filières laitières et développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest. L'essor des minilaiteries. Paris : Karthala, VI-242 p.. (Hommes et sociétés).

Ndiaye O., Amadou Tamsir Diop, Léonard Elie Akpo, Mamadou Diène, 2014. Dynamique de la teneur en carbone et en azote des sols dans les systèmes d'exploitation du Ferlo : cas du CRZ de Dahra. *Journal of Applied Biosciences* 83:7554- 7569.

Ickowicz A., Garba I., Toutain B., Cesaro J-D, Gerber P., Touré I. 2014. Plaidoyer pour un système d'information sur le pastoralisme au Sahel. *Afrique Contemporaine*. N° 249, pp 90-92. <http://dx.doi.org/10.3917/afco.249.0090>

Vall E., Salgado P., Corniaux C., Blanchard M., Dutilly C., Alary V.. 2014. Changements et innovations dans les systèmes d'élevage en Afrique. *Productions animales*, 27 (2) : 161-174.[20141003]. <http://www6.inra.fr/productions-animales/2014-volume-27/Numero-2-2014-PP-73-176/Changements-et-innovations-dans-les-systemes-d-elevage-en-Afrique>

d'Aquino P., Papazian H., 2014. An Inclusionary Strategy Reaching Empowering Outcomes Ten Years after a Two-Year Participatory Land Uses management. *Environmental Management and Sustainable Development*, 3, 2. <http://dx.doi.org/10.5296/emsd.v3i2.6595>

A. Baccouche, D.P. Morgavi, L. Genestoux, P. Lecomte A. Ickowicz, A.T Diop, M. Doreau 2014 Methanogenic Potential of Tropical Forages: In Vitro Evaluation and Prediction from Chemical Composition *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* Vol. 30 234

Manoli C., Ancey V., Corniaux C., Ickowicz A., Dedieu F., Moulin C.H.. 2014. How do pastoral families combine livestock herds with other livelihood security means to survive? The case of the Ferlo area in Senegal. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 4 (3) : 11 p..[20140331]. <http://dx.doi.org/10.1186/2041-7136-4-3>

Ickowicz A., Garba I., Toutain B., Cesaro J-D, Gerber P., Touré I. 2014. Plaidoyer pour un système d'information sur le pastoralisme au Sahel. *Afrique Contemporaine*. N° 249, pp 90-92.

d'Aquino P., Bah A., 2014. Multi-level participatory design of land use policies in African drylands: a method to embed adaptability skills of drylands societies in a policy framework. *Journal of Environmental Management* 132, 207-219.

Corniaux C., 2014. Le commerce du bétail sahélien. Une filière archaïque ou la garantie d'un avenir prometteur ? *Afrique contemporaine*, 1 (249) : 93-95. [20140910]. <http://dx.doi.org/10.3917/afco.249.0093>

Andrieu N., Vayssières J., Corbeels M., Blanchard M., Vall E., Tifton P., 2014. From farm-scale synergies to village level trade-offs: Cereal crop residues use in an agro-pastoral system of the Sudano-Sahelian zone of Burkina Faso. *Agricultural Systems*, in press.

Ancey V., Fréguin-Gresh S., 2014. Les familles, le travail et l'exploitation agricole. In : Sourisseau Jean-Michel (ed.). *Agricultures familiales et mondes à venir*. Versailles : Ed. Quae, p. 61-74. (Agricultures et défis du monde).

ANNEXE 4 : Liste des membres du PPZS au 1^{er} mars 2018

Chercheurs

Tableau 1 - Liste des membres du PPZS au 14 février 2018 (date CSA PPZS)

	Prénom Nom	Equipe / Département	Spécialité	Localisation
1	Sékouna Diatta	Biologie végétale	Ecologue	Sénégal-Ucad
2	Daouda NGom	Biologie végétale	Ecologue	Sénégal-Ucad
3	Agnès Thiaw	Géographie	Géographe	Sénégal-Ucad
4	Paul NDiaye	Géographie	Géographe	Sénégal-Ucad
5	Alassane Bah	Esp	Informaticien Modélisateur	Sénégal-Ucad
6	Ibrahima Diop Gaye	Esea-Ategu	Socioéconomiste	Sénégal-Ucad
7	Amy Bakhoum	Biologie végétale	Ecologue	Sénégal-Ucad
8	Tamsir MBaye	Isra-Cnrf	Forestier	Sénégal-Isra-Cnrf
9	Astou Diao-Camara	Isra-Bame	Sociologue	Sénégal-Isra-Bame
10	Gualbert Séraphin Dorégo	Isra-Lerg	Géographe	Sénégal-Isra-Lerg, Thiès
11	Cheikh Sall	Isra-Lnerv	Pastoraliste	Sénégal-Isra-Lnerv
12	Ousmane N'Diaye	Isra-CRZ Dahra	Pastoraliste	Sénégal, Isra-CRZ Dahra
13	Marième Diallo Seck	Cse	Veille environnementale	Sénégal-Cse
14	Amadou Moctar N. Dièye	Cse	Géographe	Sénégal-Cse
15	Aziz Abdul Diouf	Cse	Ecologue	Sénégal-Cse
16	Abdrahmane Wane	Cirad-UMR Selmet	Economiste	Kenya-Ilri
17	Ibra Touré	Cirad-UMR Selmet	Géographe	Burkina-Cills
18	Amandine Adamczewski	Cirad-UR G-Eau	Géographe	Sénégal-UGB
19	Frédérique Jankowski	Cirad-UR Green	Anthropologue	Sénégal-Isra-Bame
20	Jérémy Bourgoïn	Cirad-UMR Tetis	Géographe	Sénégal-Isra-Bame
21	Christian Corniaux	Cirad-UMR Selmet	Zootecnicien	Sénégal-Isra-Lnerv
22	Jonathan Vayssières	Cirad-UMR Selmet	Agronome Modélisateur	La Réunion-Cirad
23	Alexandre Ickowicz	Cirad-UMR Selmet	Zootecnicien	France-Cirad
24	Véronique Ancey	Cirad-UMR Artdev	Socio-économiste	France-Cirad

25	Camille Jahel	Cirad-UMR Tetis	Géographe	Sénégal-Isra-Bame
26	Simon Taugourdeau	Cirad-UMR Selmet	Ecologue	Sénégal-Isra-Lnerv
27	Labaly Touré	UGB	Géographe	Sénégal, UGB

Personnel d'appui :

Assistante : Fatimata Dembele (ISRA), Chauffeur : Moustapha Dia (ISRA)

Appui partiel administratif et financier : Alphy Thiam (DR CIRAD).