

N'Diaye Ibrahima¹, Yossi Harouna¹

¹Institut d'Économie Rurale, Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba - BP 262, Bamako, Mali

Variabilité climatique au Mali et prévisions du climat

Pays sahélien d'une superficie de 1 241 238 km², le Mali est situé entre les 10° et 25° parallèles de latitude nord et entre les 4° de longitude est et 12° de longitude ouest.

Son climat, de type tropical sec, comporte une période humide de quatre (4) à trois (3) mois concentrée sur une seule saison entre juin et octobre (hivernage) alternant avec une période sèche de neuf (9) à huit (8) mois.

Le régime pluviométrique au Mali est très affecté par la variabilité et les changements climatiques. À l'échelle du pays, on note une diminution de la pluviosité couplée à une forte variabilité interannuelle et intra-saisonnière des précipitations. Au cours des 70 dernières années (1941-2010), la pluviosité a diminué dans tout le pays par rapport à la période de référence de 1941 à 1970. Même si, en certains endroits tels que Bamako, Bougouni, Kayes, Mopti, Nioro et Ségou, la pluviosité a légèrement augmenté au cours des 30 dernières années (1981-2010 comparativement à 1971-2000), elle demeure plus faible depuis 1970. Le déficit d'ensemble varie entre 10 et 28%. Depuis la fin des années 1970, l'évolution du climat au Mali s'est traduite également par un réchauffement rapide avec des augmentations de températures allant de 0,2°C à 0,8°C (CEDEAO, 2009a).

Le scénario climatique le plus plausible prévoit une diminution de la pluviosité et une augmentation de la température. Cette situation pourrait rendre l'agriculture de plus en plus précaire en réduisant l'utilisation de l'eau dans les systèmes agricoles.

Ainsi, le secteur Agricole doit faire face à un climat très changeant et s'y adapter.

En ce qui concerne la prévision du climat, le constat général, en dépit des efforts déployés, est la faiblesse du réseau des mesures rendant difficile d'avoir des prévisions fiables du climat à court, moyen ou long terme. Il se pose alors avec acuité la planification et la mise en œuvre entre autres, de programmes de réhabilitation et surtout d'extension du réseau de mesures du climat du Mali, de renforcement des capacités nationales sur les changements climatiques tant au niveau des services de la Météorologie Nationale qu'au niveau des administrations, acteurs privés et ONG concernés par ces aspects climatiques. Il s'agira aussi de renforcer et de promouvoir le développement et le recours aux modèles de prévision saisonnière et leur utilisation par les opérateurs agricoles.

Perceptions des populations des manifestations du changement climatique, des impacts et stratégies d'adaptation paysannes en zone de décrue à Yélimané et dans le système Faguibine

Les changements récents du climat sont bien perçus par les populations et sont en concordance avec les constats scientifiques. Selon Sultan *et al.*, 2015, « *cette adéquation entre perceptions sociales et observations scientifiques du climat est particulièrement bonne lorsque les changements climatiques sont rapides, manifestes pour tous et quand ils ont un impact sur les modes de vie et les niveaux de production* ». Ces changements se sont manifestés globalement au cours des trois dernières décennies dans la zone de décrue du cercle de Yélimané et dans le système Faguibine par des sécheresses, des pluies insuffisantes, des tarissements de mares et des cours d'eau, des vents forts, la faiblesse des crues, l'ensablement et de fortes températures.

Les impacts de ces phénomènes ont été observés par les populations sur les ressources et sur leurs modes d'existence ; les conséquences se sont traduites notamment, à travers la baisse des rendements des cultures, la baisse des productions animales, forestières et halieutiques, par la pauvreté et l'insécurité alimentaire au niveau des exploitations agricoles. Ainsi, des stratégies d'adaptation individuelles et collectives ont été développées par les communautés parmi lesquelles on peut citer l'utilisation de variétés adaptées, la diversification des cultures, la pratique des associations de cultures dans la zone de décrue, l'exode rural, l'utilisation des techniques de conservation des sols et de l'eau, le stockage des résidus de récolte, la supplémentation des animaux. Les stratégies énumérées ont été citées par d'autres auteurs en zone sahélienne (Nicole Clot, 2008 ; Woodfine, 2009 ; Ouédraogo *et al.*, 2010 ; USAID, 2014). Les contraintes à leur mise en œuvre sont financières, matérielles, techniques et d'accès à l'information.

Des opportunités techniques d'amélioration durable des capacités adaptatives des populations

Les technologies et connaissances rapportées dans l'ouvrage visent l'adaptation au changement climatique défini par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) comme « *un ajustement des systèmes naturels ou des systèmes humains face à un nouvel environnement ou un environnement changeant* » (Tubiana *et al.*, 2010). L'adaptation au changement climatique vise donc à amoindrir les conséquences de l'évènement climatique. Il s'agit « *de veiller à ce que son impact sur la société soit le plus faible que possible* » (Tubiana *et al.*, 2010).

Le système de culture de décrue

La caractérisation des sols et celle de l'entomofaune sont des éléments qui sous-tendent l'amélioration de la productivité et de la production agricoles dans le système de décrue de Yélimané en zone sahélienne. En effet, les connaissances générées orientent les actions à mener en procurant les informations de base permettant notamment la gestion de la fertilité des sols et une gestion intégrée des nuisibles des cultures. Les teneurs en matière organique et en azote des sols sont très faibles et constituent des contraintes majeures pour la production des cultures nécessitant, pour une production durable des cultures, un suivi régulier du statut de la fertilité des sols de décrue à Yélimané et y apporter les corrections appropriées.

Le semis direct est quasiment la seule pratique de mise en place des cultures dans l'agriculture de décrue à Yélimané. Le repiquage et le trempage des semences ont permis d'augmenter les rendements du sorgho comparativement à la pratique paysanne du semis direct et les gains sont d'environ 500 kg/ha. La fertilisation azotée a toujours eu un effet significatif positif sur la production du sorgho puisque les sols sont carencés en cet élément. Un gain de 400 kg/ha a été observé.

Le repiquage des plants de sorgho après un séjour de 15 jours en pépinière a été introduit. Les opinions des paysans ont fait ressortir plusieurs avantages de la pratique agricole dont le raccourcissement du cycle des cultures dans les champs, la réduction des dégâts sur les récoltes, une meilleure occupation du sol et enfin une bonne vigueur des plants issus du trempage.

Quatre (4) variétés de sorgho dénommées Yélimané 1, Yélimané 2, Yélimané 3 et Yélimané 4 ont été créées pour l'agriculture de décrue. Ces variétés ont été inscrites au catalogue de la Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO).

La culture de tubercules a été introduite dans les plaines de décrue de Yélimané pour renforcer la résilience des paysans face aux effets du changement climatique en diversifiant les produits agricoles et les sources de revenus.

Toutes les variétés de pomme de terre et de patate douce introduites ont produit des tubercules. Les rendements ont été variables selon les variétés et les localités. Ils ont atteint 30 t/ha pour la pomme de terre et plus de 20 t/ha pour la patate douce.

Un engouement important a été noté chez les femmes qui s'identifient bien comme productrices de tubercules en zones de décrue, vu le faible coût de production et la facilité des travaux de mise en place des tests. En effet, si les racines et les tubercules sont généralement produits et consommés par les populations vulnérables qui vivent dans des conditions de sécurité alimentaire précaire, ils peuvent servir aussi comme source d'emplois et de génération de revenus dans les zones vulnérables, surtout pour les femmes (Scott *et al.*, 2000).

La dégradation des berges des cours, des mares, des canaux et leur comblement ont rendu nécessaire la recherche de technologies appropriées de protection et de réhabilitation de cet environnement vital pour les populations. À cet égard, *Eucalyptus camaldulensis* a été une espèce ligneuse exotique performante pour la fixation biologique des berges des cours d'eau dans les conditions de Yélimané et pour la satisfaction des besoins des populations en produits ligneux.

Les conditions climatiques de Yélimané ont été propices au développement des quatre variétés étrangères de palmier dattier (Zambli, Saggai, Shishi et Barhee) introduites dans la zone laissant augurer une bonne productivité et une amélioration du revenu dans les périmètres maraîchers.

En matière de restauration des espaces indurés et dénudés, l'utilisation des dispositifs anti-érosifs (cordons pierreux et demi-lunes) a permis leur récupération et la production de biomasse herbacée. Partout, la production de biomasse a été supérieure à 2 t/ha.

Le système de culture pluvial

Dans le système pluvial, les technologies mises au point ont amélioré de façon significative le rendement des cultures de mil et de sorgho. Il s'agit entre autres de la sélection de grosses graines pour le semis, l'utilisation de semences trempées dans de l'eau, le traitement des semences à l'insecticide/fongicide et l'application de microdoses d'engrais minéral et de fumier. Une évaluation de l'introduction du microdosage et

du trempage des semences au Mali a montré que le rendement a augmenté entre 50 et 100 % dans les champs paysans (Djiga, 2015). Ces technologies et d'autres approches développées peuvent être considérées comme un paquet de départ pour l'intensification agricole.

La mécanisation du semis, de l'épandage d'engrais et du sarclage dans les petites exploitations agricoles familiales

Les semis manuels et mécanisés sont pratiqués dans la zone sahélo-soudanienne. Il existe des semoirs à traction animale, mais récemment des semoirs motorisés, simples d'utilisation, ont été développés par l'Institut d'Économie Rurale (IER) au Mali et ses partenaires.

Le semoir en usage au Mali peut également être utilisé pour le placement de l'engrais minéral en microdoses et pour le désherbage en montant les dents de sarclage sur celui-ci et des disques appropriés de semis. Traditionnellement, les mauvaises herbes sont enlevées manuellement, mais c'est une opération laborieuse et le sarclage est souvent fait trop tard. Le semis manuel donne aussi une grande variabilité du nombre de graines semées. Les semoirs peuvent fournir une densité, une profondeur de semis et un nombre de graines par poquet plus uniformes. Avec une densité de semis de 25 000 poquets à l'hectare, l'économie de main-d'œuvre par la mécanisation par rapport au semis manuel est d'environ 80 % (Coulibaly et Aune, 2020). Le semoir permet de semer à une période plus optimale. Si les doses d'engrais de l'ordre de 0,3 g par poquet sont utilisées, il est possible de mélanger les semences et les engrais dans la trémie du semoir, permettant ainsi l'application simultanée des graines et de l'engrais. Cela ne nuit pas à la semence tant que la dose d'engrais est faible.

La combinaison des technologies d'amélioration de rendement avec la mécanisation des opérations agricoles peut engendrer une double intensification assurant une grande productivité des terres et du travail agricole.

La mécanisation motorisée semble être une option réalisable pour les agriculteurs qui cultivent plus de 5 hectares. L'accès au crédit et ou à la subvention sera nécessaire pour une mise à échelle rapide de cette forme d'intensification agricole.

Développement de l'élevage du dromadaire

Enquête diagnostique dans la région de Kidal

Ce premier diagnostic général de l'élevage du dromadaire dans la région de Kidal a permis de montrer toute l'importance de cet élevage, mais aussi ses difficultés. Le dromadaire a constitué la seule source de revenus du ménage pour le quart de la population enquêtée, tandis que pour les 75 %, la contribution du dromadaire a varié entre 90 % et 60 %. Les principales difficultés sont l'alimentation, les pathologies et la faible organisation des éleveurs.

Pathologies et biologie du dromadaire

La tendance actuelle de péjoration des conditions climatiques et de dégradation de l'environnement présagerait l'élargissement de l'aire d'élevage du dromadaire compte tenu des potentialités de l'animal. Son inscription dans la liste des animaux à vaccination obligatoire contre les principales pathologies (charbons, dermatoses, pasteurellose, etc.) par les services vétérinaires serait une mesure opportune à prendre. Les mesures prophylactiques sont indispensables, notamment par rapport aux parasitoses internes et externes.

L'absence de données sur les normes de concentrations sériques des minéraux et des protéines constitue une contrainte pour l'amélioration de la santé et de la productivité des dromadaires. Les premiers résultats obtenus peuvent constituer une référence pour l'évaluation de l'état nutritionnel des dromadaires et d'éventuelles carences alimentaires qui pourraient être diagnostiquées à l'état sub-clinique. La mise en place d'un laboratoire de biochimie animale faciliterait les analyses ultérieures.

Quelques pistes de réflexion pour la recherche

L'adaptation de l'Agriculture au changement climatique se fonde entre autres sur des technologies et connaissances produites et leur utilisation par les populations pour réduire les effets et impacts du climat sur la production et la société. Il s'agit de réponses en réaction à une situation donnée. Face à cette réalité au Mali, la réflexion doit continuer de se faire sur la consolidation des acquis pour rendre toujours l'Agriculture moins vulnérable aux effets/impacts du changement climatique. La part de la qualité de l'information (technologique, météorologique) apportée et son suivi sont de première importance.

La réflexion pourrait concerner les points suivants :

- Rendre l'Agriculture moins vulnérable au changement climatique par l'utilisation des prévisions météorologiques ;
- Stratégies pour une utilisation accrue de l'information météorologique ;
- Durabilité des technologies de résilience ;
- Durabilité des systèmes de production de la décrue ;
- Mécanisation légère des opérations culturales dans les systèmes de production et son accompagnement ;
- Prise en compte constante de la dimension changement climatique ;
- Savoirs et savoir-faire locaux sur le changement climatique et stratégies d'intégration ;
- Caractérisation génétique du dromadaire ;
- Intensification et diversification de la recherche nationale sur le dromadaire, notamment en impliquant davantage les spécialités des sciences médicales et des sciences environnementales ;
- Compréhension des variations des paramètres reproductifs (diagnostic de la gestation) ;
- Utilisation de l'insémination artificielle chez les dromadaires pour accélérer l'amélioration génétique.

Références

- CEDEAO, 2009 a. Programme d'Action Sous-Régional de Réduction de la Vulnérabilité aux Changements Climatiques en Afrique de l'Ouest. Partie I : Aperçu de la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest face aux changements climatiques et stratégies d'intervention, Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO).
- Coulibaly, A. and J. B. Aune, 2020. Intensification of sorghum and Pearl Millet Production in the Sahel-Sudanian Climatic Zones of Mali. ©Springer Nature Switzerland AG 2020. B.R. Singh *et al.* (eds). Climate Impact on Agricultural and Natural Resource Sustainability on Africa. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37537-9_8.
- Djiga A., 2015. Évaluation de l'impact du projet d'établissement des cultures vivrières dans les zones sahéennes et soudano-sahéennes du Mali. Groupe de coordination des zones arides, Oslo.

<http://drylands-group.org/assets/documents/Impact-Evaluation-Mali-FINAL.pdf>.

Nicole Clot N., 2008. Changement climatique au Mali, introduction et développement du thème Changement climatique dans la Délégation Inter coopération Sahel, avril 2008. 27p.

Ouédraogo M., Dembélé Y. et Somé L., 2010. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso. *Sécheresse* 21(2), avril mai-juin, 2010 : 87-96.

Scott G.J., Rosegrant M.W. et Ringler C., 2000. Racines et tubercules pour le 21^e siècle : tendances, projections et choix de politiques. RECAPITULATIF 2020 N° 66 Vision 2020 pour l'Alimentation, l'Agriculture et l'Environnement. Traduit de l'anglais.

Sultan B., Lalou R., Amadou Sanni M., Oumarou A., Soumaré M.A., 2015. Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest. IRD Editions ; Institut de Recherche pour le Développement. Collection Synthèses, Marseille 2015, 463p.

Tubiana L., Gemenne F., Magnan A., 2010. Anticiper pour s'adapter : Le nouvel enjeu du changement climatique. Pearson Education France, 206p.

USAID, 2014. Adaptation de l'Agriculture au Changement climatique dans le Sahel. Profils des pratiques de gestion agricole. Projet Résilience Africaine et Latino-Américaine au Changement Climatique (ARCC), août 2014, 64p.

Woodfine A., 2009. L'Adaptation au Changement Climatique et l'Atténuation de ses effets en Afrique Subsaharienne au moyen des pratiques de gestion durable des terres. Guide d'orientation – version 1.0. TERRAFRICA, 89p. www.terrafrica.org.

N'Diaye Ibrahima¹, Yossi Harouna¹

¹Institut d'Économie Rurale, Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba - BP 262, Bamako, Mali

Climate Variability and Forecasting in Mali

Mali is a Sahelian country with an area of 1 241 238 km² that lies between 10th and 25th parallels of North latitude and between 4^oE and 12^oW longitudes.

The climate is tropical and dry, with a wet period covering four (4) to three (3) months – between June and October – making up a single rainy season, which alternates with a dry period of nine (9) to eight (8) months.

The rainfall regime in Mali is seriously affected by climate variability and change. At the national level, there is a decrease coupled with a high inter-annual and intra-seasonal variability in rainfall. Over the last 70 years (1941-2010), rainfall has decreased throughout the country compared to the 1941-1970 baseline period. Although rainfall has increased slightly in some places such as Bamako, Bougouni, Kayes, Mopti, Nioro and Ségou, over the last 30 years (1981-2010 compared to 1971-2000), it has remained lower since 1970. The overall deficit varies between 10 and 28%. Since the end of the 1970s, climate change in Mali has also resulted in a fast warming, with temperature increases ranging from 0.2°C to 0.8°C (CEDEAO, 2009a).

The most plausible climate scenario predicts a decrease in rainfall and an increase in temperature. This could make agriculture increasingly precarious by reducing water use in agricultural systems.

Therefore, the agricultural sector has to face and adapt to a highly changing climate.

With regard to climate forecasting, despite the efforts made, the general observation is that the measurement network is weak, making it difficult to have reliable short,

medium- or long-term data. It is therefore absolutely necessary to plan climate measurement network rehabilitation and especially expansion programs, among others. In Mali, there is a need of national capacity building programs on climate change for National Meteorological Services, administrations, private sector and NGOs dealing working on climate and climate change. Another key point is the need to strengthen and promote development and use of seasonal forecasting models, especially by stakeholders in agricultural sector.

Farmers' Perceptions of the Manifestations and Impacts of Climate Change and Adaptation Strategies in the Flood Recession Area in Yélimané and in the Faguibine System

Recent change in climate has been well perceived by populations and is consistent with scientific findings. According to Sultan *et al.*, 2015, “such consistency between social perceptions and scientific observations of climate is particularly good when climate change is fast, evident to all and when it impacts on lifestyles and production levels”. Overall, this change has occurred during the last three decades in the flood recession area of the *Cercle* of Yélimané and in the Faguibine system in the form of droughts, inadequate rainfall, drying up of ponds and rivers, strong winds, low floods, silting and high temperatures.

The impacts of these phenomena have been observed by the populations both on resources and on their own livelihoods. The consequences have resulted especially in a drop in crop yields; a decrease in animal, forestry and fish production; poverty and food insecurity at the farm level. Therefore, individual and collective adaptation strategies have been developed by the communities, including the use of adapted varieties, crop diversification, crop association in flood recession area, rural migration, adoption of soil and water conservation techniques, storage of crop residues, and animal supplementation. Those strategies have been cited by other authors in the Sahelian zone (Nicole Clot, 2008; Woodfine, 2009; Ouédraogo *et al.*, 2010; USAID, 2014). Their implementation is hampered by financial, material and technical constraints and by poor access to information.

Technical Opportunities for a Sustainable Improvement of the Adaptive Capacities of Populations

The technologies and knowledges reported in this paper are aimed at adaptation to climate change, defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) as “adjustment in natural or human systems to a new or changing environment.” (Tubiana

et al., 2010). Therefore, the objective of climate change adaptation is to mitigate the consequences of climate event. It is a matter of “ensuring that its impact on society is as low as possible” (Tubiana *et al.*, 2010).

Flood Recession Cropping System

Soil characterization and entomofauna characterization are elements underlying the improvement of agricultural productivity and production in the Yélimané flood recession system, in the Sahelian zone. Indeed, the knowledge generated guides actions to be carried-out by providing basic information notably for soil fertility management and integrated management of crop pests. Soil organic matter and nitrogen contents are very low, which is a major constraint for crop production, requiring regular monitoring of the status of soil fertility in Yélimané and making appropriate corrections, for sustainable crop production.

Direct seeding is almost the only crop establishment practice in flood-recession farming in Yélimané. Crop transplanting and seed priming helped increase sorghum yields compared to the farmers’ practice of direct seeding; the gain is about 500 kg/ha. Nitrogen fertilization has always had a significant positive effect on sorghum production since soils are deficient in this element. A gain of 400 kg/ha was observed.

Sorghum transplanting after a 15-day stay in the nursery has been introduced. Farmers’ opinions highlighted several advantages of this farming practice including shorter crop cycle in farms, reduced crop damage, improved land use and finally robustness of plants resulting from priming.

Four (4) sorghum varieties named as Yélimané 1, Yélimané 2, Yélimané 3 and Yélimané 4 were created for flood recession agriculture. These varieties were registered in the catalog of the Economic Community of West African States (ECOWAS).

Tuber farming was introduced in the flood plains of Yélimané to enhance farmers’ resilience to climate change by diversifying agricultural products and sources of income.

All the potato and sweet potato varieties introduced yielded tubers. Yields varied among varieties and localities. They reached 30 t/ha for potato and over 20 t/ha for sweet potato.

There was great interest among women, who identified themselves as tuber producers in flood recession areas, given the low cost of production and the ease of setting-up the trials. Indeed, while roots and tubers are generally produced and consumed by vulnerable populations living in precarious food security conditions, they can also be a source of employment and income in vulnerable areas, especially for women (Scott *et al.*, 2000).

The degradation of river banks, ponds and canals and their filling have made it necessary to seek appropriate technologies for the protection and rehabilitation of this vital environment for populations. In this respect, *Eucalyptus camaldulensis* has been a well performing exotic woody species for the biological fixation of river banks in the Yélimané conditions and for meeting populations' wood product needs.

The climatic conditions in Yélimané were suitable for the development of the four foreign varieties of date palm (Zambli, Saggai, Shishi and Barhee) introduced in the area, which augurs well for good productivity and higher income for market gardeners.

With regard to the restoration of hardened and bare areas, the use of anti-erosive systems (stone bunds and half-moons) has enabled their recovery and the production of herbaceous biomass. Biomass production was above 2 t/ha everywhere.

The Rainfed Farming System

In the rainfed system, the technologies developed have significantly improved the yields of millet and sorghum. These include the selection of large seeds for sowing, the use of seed priming, seed treatment with insecticide/fungicide and microdosing of mineral fertilizer and manure. An assessment of the introduction of microdosing and seed priming in Mali showed that yields increased by 50-100% in farms (Djiga, 2015). These technologies and other approaches developed can be seen as a starting package for agricultural intensification.

Mechanization of Seeding, Fertilizer Application and Weeding in Small Farms

Both manual and mechanized seeding are practiced in the Sahelo-Sudanian zone. Animal-drawn seeders exist, but recently easy-to-use motorized seeders have been developed by the Institute of Rural Economy (l'Institut d'Économie Rurale - IER) in Mali and its partners.

The seeder in use in Mali can also be used for the application of mineral fertilizer microdoses as well as for weeding by mounting weeding tines and appropriate sowing discs on it. Traditionally, weeding has been done manually. But this is an arduous operation and it often occurs too late. Manual seeding also results in a significant variability in the number of seeds sown. Seeders can provide a more uniform density, seeding depth and number of seeds per hole. At a seeding rate of 25,000 holes per hectare, labor savings from mechanization compared to manual seeding is about 80% (Coulibaly et Aune, 2020). The seeder allows seeding at a more optimal time. Using fertilizer rates of around 0.3 g per hole, it is possible to mix seed and fertilizer in the seeder hopper, which allows simultaneous application of seed and fertilizer. This does not harm the seed as long as the fertilizer application rate is low.

The combination of yield-enhancing technologies with mechanization of farm operations can lead to a double intensification, ensuring high productivity of land and farm work.

Motorized mechanization appears to be a feasible option for farmers cultivating more than 5 hectares. Access to credit and/or subsidy will be necessary for a rapid scaling-up of this form of agricultural intensification.

Development of Dromedary Farming

Diagnostic Survey in the Region of Kidal

This first general diagnosis of dromedary farming in the region of Kidal has shown the importance of dromedary farming, but also the challenges associated with it. Dromedaries were the only source of household income for a quarter of the population surveyed, while for the 75%, the contribution of dromedaries varied between 90% and 60%. The main challenges include feeding, pathologies and the poor organization of farmers.

Dromedary Pathologies and Biology

The current trend of worsening climatic conditions and environmental degradation is expected to foreshadow the expansion of dromedary farming area given the potential of this animal species. Its inclusion in the list of animals subject to compulsory vaccination against the main pathologies (anthrax, dermatosis, pasteurellosis, etc.) by veterinary services would be an appropriate action to be taken. Prophylactic measures are essential, particularly in relation to internal and external parasitosis.

The weak availability of data on serum mineral and protein concentration standards is a constraint to improving dromedary health and productivity. The first results obtained can be a baseline for the evaluation of the nutritional status of dromedaries and possible dietary deficiencies that could be diagnosed in the sub-clinical state. The creation of an animal biochemistry laboratory would facilitate subsequent analyses.

Some Ideas for Research

The adaptation of agriculture to climate change is based, among other things, on the technologies and knowledge produced and their use by people to reduce the effects and impacts of climate on production and society. These are responses to a given situation. In the light of this reality in Mali, reflection must continue on the consolidation of achievements to always make Agriculture less vulnerable to the effects of climate change. The quality of information (technological, weather) provided and its application are of primary importance.

Reflection could focus on the following issues:

- *Making Agriculture less vulnerable to climate change through the use of weather forecasts;*
- *Strategies for increasing the use of weather information;*
- *Sustainability of resilience technologies;*
- *Sustainability of flood recession production systems;*
- *Light mechanization of cropping operations in production systems and support to it;*
- *Taking permanently into account climate change issues;*
- *Local knowledge and know-how on climate change and integration strategies;*
- *Genetic characterization of dromedary;*
- *Intensification and diversification of national research on dromedary, especially by involving more specialties in medical and environmental sciences;*
- *Understanding variations in reproductive parameters (pregnancy diagnosis);*
- *Use of artificial insemination in dromedaries to accelerate genetic improvement.*



Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.