



Projet InfoClim

ETUDES DES STRATEGIES ALTERNATIVES DANS LES SYSTEMES DE PRODUCTION DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Sous la direction de :
Amadou Moctar DIEYE, Amadou SALL, Gora BEYE et
Mbaye Diop

septembre 2008

1. Rappel des termes de référence

Les effets et les impacts des variations climatiques affectent en général le milieu rural qui tire l'essentiel de ses revenus de spéculations fortement dépendantes du climat ; mais leur intensité et leur importance varient suivant la vulnérabilité des différentes catégories d'acteurs qui sont confrontés aux perturbations climatiques. Cette vulnérabilité se réfère à leur sensibilité aux changements climatiques et qui se mesure par la capacité ou non de ces hommes et femmes à faire face aux effets néfastes des variations climatiques et aux conditions climatiques extrêmes. Cette vulnérabilité peut être aussi bien d'ordre biophysique que social.

Parmi les facteurs qui engendrent la vulnérabilité biophysique, on compte ceux dépendant du climat comme la pluviométrie (déficit, répartition temporelle et spatiale) et ceux favorisés par les régimes pluviométriques (invasions de prédateurs, maladies contagieuses et parasitaires animales et végétales, mauvaises récoltes, pénuries de fourrages, faibles potentiels génétiques végétaux et animaux).

La vulnérabilité sociale est caractérisée par la pauvreté, une insécurité alimentaire structurelle, des techniques de production obsolètes, un sous équipement marqué et l'insuffisance d'intrants agricoles (semences, engrais).

Il s'agit dès lors d'ajuster et/ou mieux d'améliorer les systèmes de production au contexte climatique par la réduction, voire l'éradication des contraintes qui engendrent la vulnérabilité des producteurs/trices par l'identification d'alternatives qui permettront de mieux produire ou de maintenir une production soutenue. Il incombe au consultant, au niveau de la commune de Thiès, des CR de Fandène , Taïba Ndiaye et de Notto de :

- caractériser les différents systèmes de production existants au niveau de la zone d'étude
- identifier au sein de chaque système de production les facteurs de vulnérabilité d'ordre biophysique et social
- proposer, en se référant aux contraintes identifiées, les alternatives possibles permettant de parer ou mieux de tirer avantage des variations et perturbations climatiques.

Au terme de l'étude, pour chaque système de production identifié dans la zone d'étude, la stratégie et la technologie appropriées comme réponses au changement climatique probables seront identifiées et répertoriées. Les voies et moyens de leurs mises en œuvre seront décrits.

Le consultant profitera de l'étude pour faire une revue bibliographique exhaustive sur les stratégies d'adaptation généralement utilisées dans les systèmes de production identifiés.

2. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe dans la région de Thiès à l'ouest du Sénégal. Elle concerne plus particulièrement une partie littorale située dans les Niayes (Notto et Taïba Ndiaye) et une partie continentale (Fandène et commune de Thiès) (figure 1).

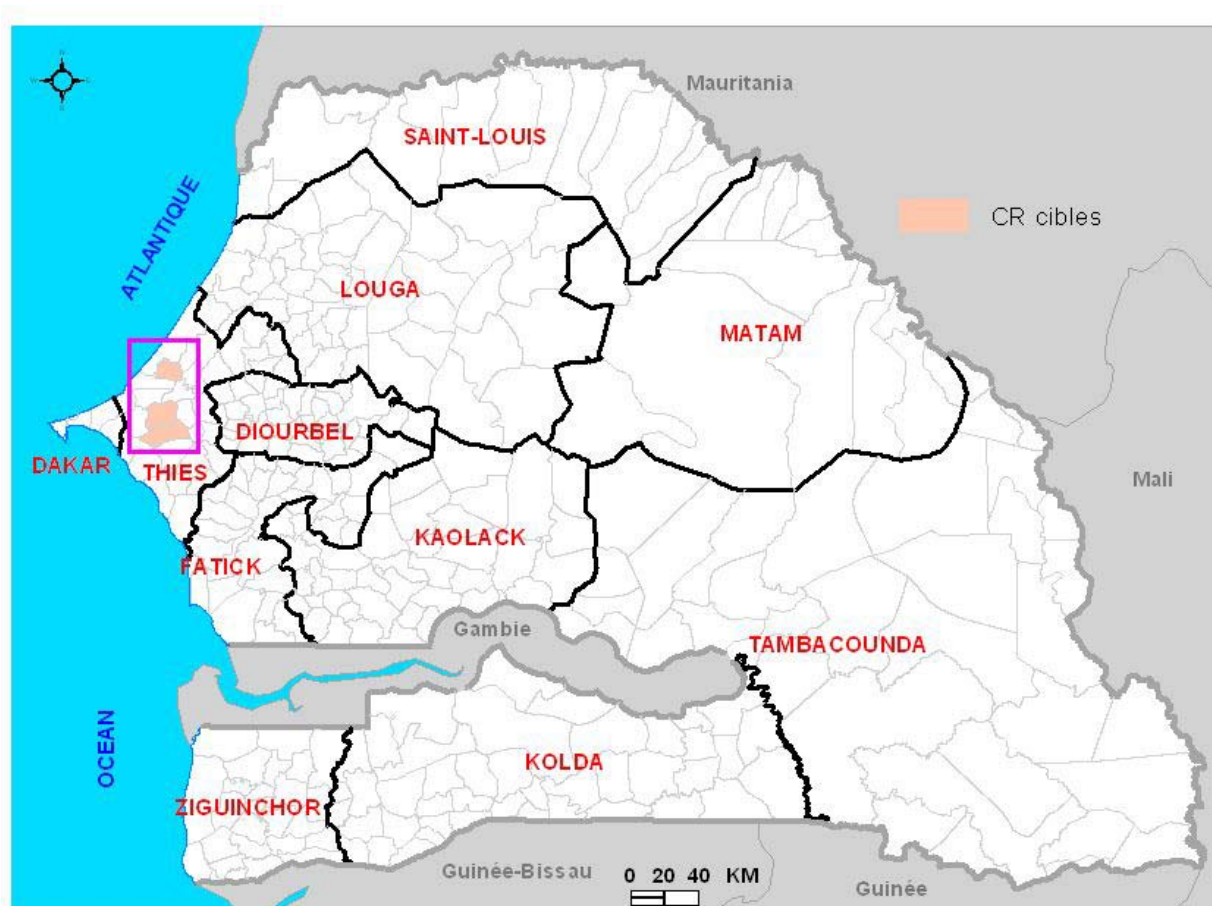


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (source : CSE)

Les « Niayes sont avant tout une zone écologique spécifique constituée d'un ensemble de dunes et de dépressions d'âge, de texture et de couleurs différentes. C'est pourquoi, la typologie emprunte à l'écosystème ses différenciations qui se reflètent dans les divers sites de production observables en discontinus dans cette région naturelle. On peut distinguer globalement quatre sites de production : les dior, les Niayes, les ndiouki et les vallées ou lacs asséchés » (Fall S.T. et al., 2001)

Sur les sols dior, l'agriculture a progressivement cédé la place à l'horticulture, du fait de la baisse des ressources pluviométriques et de l'accès à la nappe (profonde de 10 à 30 m) et des possibilités de branchement au réseau d'eau courante de la Sénégalaise des Eaux (SDE). Les cultures dominantes sont le haricot vert, l'oignon, le chou et la tomate.

Dans les dépressions interdunaires (Niayes), les sols très humifères avec une faible profondeur, voire même un affleurement de la nappe phréatique et une végétation de type guinéen. C'est la zone de prédilection des cultures maraîchères parmi lesquelles le chou, l'oignon, la tomate, l'aubergine, le jaxatu, le radis, la laitue, la fraise, la menthe, le poivron, le persil, le poireau, le concombre, etc. C'est aussi une zone de développement de l'arboriculture avec la production de noix de coco, papayes, bananes, corossols, etc..

L'affleurement de la nappe phréatique permet aux populations de pratiquer des cultures de décrue dans les dépressions où le système de production est continu toute l'année et des cultures irriguées dans les parties les plus exondées.

Les ndiouki sont des cuvettes maraîchères situées dans le système des dunes vives et des dunes semi-fixées (dunes blanches et dunes jaunes). Ici, l'eau douce à faible profondeur favorise le développement du maraîchage et la spécialisation dans la production de la carotte

et du navet. En outre, il y existe une bonne protection contre les vents nord-nord-ouest grâce aux périmètres de reboisement de *Casuarina equisetifolia* tout au long du littoral.

Les lacs asséchés, peu exploités par les maraîchers, selon un système d'exploitation qui profite de la remontée capillaire de l'eau de la nappe. La production dominante est le chou et la tomate. On y trouve aussi l'aubergine, le jaxatu, le piment, le concombre, la courgette, etc.

3. Démarche méthodologique

La réalisation de ce travail a nécessité l'exploitation de données d'enquêtes socio-économiques réalisées en 2008 par le CSE dans le cadre du projet Infoclim (284 exploitations dans les collectivités locales de Fandène, Notto Diobass, Taïba Ndiaye et Thiès), la conduite d'un guide d'entretien auprès de chefs de collectivités locales et dans les services décentralisés de développement rural, une recherche bibliographique et le traitement de données climatiques.

D'autres données d'enquêtes proviennent de l'ISRA qui a mené en 2003 des enquêtes socio-économiques auprès de 1200 ménages ruraux à travers la quasi-totalité des communautés rurales du Sénégal, dont Fandène. Ces enquêtes ont porté entre autres sur les systèmes de production, les types de cultures, la perception paysanne des changements climatiques et les stratégies développées par les paysans pour y faire face.

Les guides d'entretien sont destinés aux responsables des collectivités locales et du service départemental de développement rural de Thiès.

4. Les Changements Climatiques : concept et définition

Les changements climatiques constituent de nos jours une réalité physique dont les répercussions potentielles sont considérables. Cependant, un débat dans ce domaine est nourri par la difficulté de différencier variabilité et changement climatique, étant entendu que le changement climatique s'inscrit dans une échelle de temps longue, comme ce fut le cas lors de la succession des périodes glaciaires et interglaciaires (figure 2).

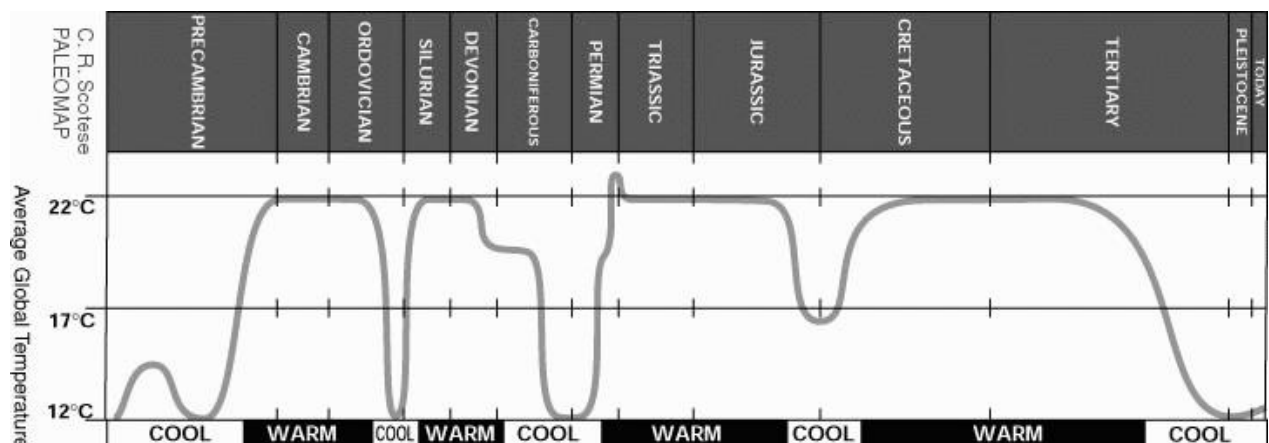


Figure 2 : Evolution des températures selon les différentes périodes géologiques (C.R.

Scotese, 2003)

Un changement climatique peut être défini comme étant une variation à long terme du climat, c'est-à-dire la différence entre deux états climatiques sur une période d'au moins 30 ans et jusqu'à des milliers d'années.

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques définit quant à elle les changements climatiques comme "les changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables" (CCNUCC, 1992).

La variabilité des facteurs climatiques depuis quelques décennies à l'échelle mondiale ont contribué à alimenter les scénarii les plus alarmistes concernant les changements climatiques et leurs conséquences réelles ou potentielles sur les sociétés humaines. La perspective de la fonte des calottes glacières sous l'effet du réchauffement climatique nourrit en effet les plus grandes inquiétudes dans le milieu des ONG et des associations de protection de l'environnement partout dans le monde.

Cette récupération populaire du problème de changements climatiques a provoqué des réactions contraires chez certains scientifiques qui ont inscrit la baisse de la pluviosité et l'augmentation de la température mondiale de ces dernières années dans le contexte de processus cycliques normaux mais dépassant simplement l'échelle humaine. En effet, divers travaux paléoclimatologiques permettent de concevoir plusieurs échelles emboîtées dans l'évolution du climat. La succession de phases arides et de phases humides serait une suite d'oscillations tout à fait normales. Les tendances enregistrées durant le siècle dernier s'inscrivent dans une petite pulsation qui conduirait inéluctablement à une situation climatique plus favorable dans l'avenir.

Cependant les enjeux économiques liés à la stabilité climatique, notamment au coup financier des catastrophes générées par la fréquence des cyclones, des inondations, des sécheresses et l'appauvrissement de la biodiversité ont conduit certains Etats à inscrire la question des changements climatiques à l'ordre des priorités pour le développement. Le protocole de Kyoto, entré en vigueur depuis 2005 consacre de fait une Stratégie de Réduction des Gaz à Effet de Serre qui sont jugés responsables du réchauffement de la planète. Il est constaté en effet une augmentation de température de 0,6 °C au 20^e siècle. Les prévisions les plus pessimistes prévoient une hausse jusqu'à 1,4 voire 5,8 °C au 21^e siècle, ce qui multiplierait la fréquence des événements climatiques extrêmes.

Le cas du Sénégal, dans le contexte plus général du domaine soudano-sahélien, est marqué par une évolution négative de certains éléments du climat depuis quelques décennies. La période 1960-1968 se caractérise par des précipitations à peu près normales en quantité et dans leur distribution spatiale. Mais à partir de 1968-1971, les tendances s'inversent et laissent craindre l'amorce d'un processus d'aridification du climat. Certaines années comme 1972, 1973, 1983 et 1984 ont été particulièrement secs, avec des

60% par rapport à la normale dans le nord du pays et entre 30 et 35 % dans le sud. (P. Ndiaye 1993).

« L'irrégularité des répartitions annuelles et mensuelles des précipitations et l'hétérogénéité de leur distribution spatiale constituent les caractéristiques essentielles du climat au Sénégal. Si on y ajoute les différences significatives avant et après 1966, on peut parler de changement climatique à l'échelle humaine [environ 100 an] » (I. M. Sène 2007).

Cette évolution des conditions climatiques se traduit, entre autres, par une réduction de la disponibilité en eau d'environ 35%, un rétrécissement de la saison des pluies utiles (M. Diop, 1996). L'apparition de conditions climatiques aussi péjoratives se traduit par la diminution du potentiel biologique avec soit une modification du comportement hydrique des plantes cultivées soit leur descente vers le sud.

Dès le début des années 50, il a été montré à Bambey que le rendement est réduit de moitié si la pluie recueillie entre le semis et la récolte passe de 700 à 400 mm (R. Portère, 1952)

5. Contexte climatique de la zone d'étude

La position du Sénégal aux confins méridionaux du Sahara et sur le versant occidental du continent explique l'inégalité caractéristique de l'emprise des masses d'air plus ou moins responsables de la pluviosité. La façade maritime longue de 707 Km enregistre à cet effet des nuances significatives avec le domaine continental. Les conditions climatiques sur la Grande Côte par exemple sont assujetties aux courants anticycloniques liés à l'existence de centres d'action localisés à des latitudes supérieures. Les principales perturbations pluviométriques du Sénégal sont produites par les lignes de grains qui faiblissent à l'approche de la côte, au contact des flux océaniques qui, en fonction de leurs caractéristiques hygrométriques et thermiques, peuvent inhiber les processus de convection. Ceci explique que parfois la pluviosité des zones côtières soit plus faible que celle de l'intérieur.

Concernant la station de Thiès (considérée comme référence de la zone d'étude), le régime pluviométrique est unimodale (caractéristique de la zone soudano-sahélienne) avec un maximum observé au cours du mois d'août (figure 3).

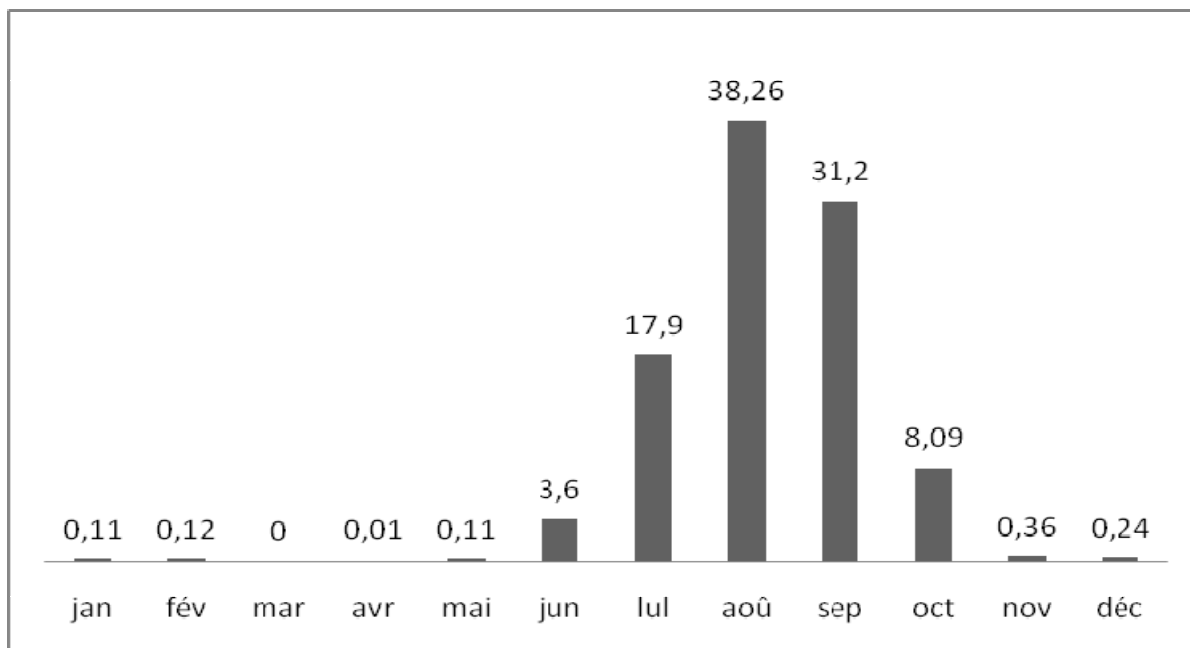


Figure 3 : Pourcentage de chaque mois dans la pluviométrie annuelle (1950-2003) à la station de Thiès

La pluviométrie est sujette à une très forte variabilité interannuelle, avec une succession d'années à pluviométrie déficitaire à la fin des années 60 (figure 4).

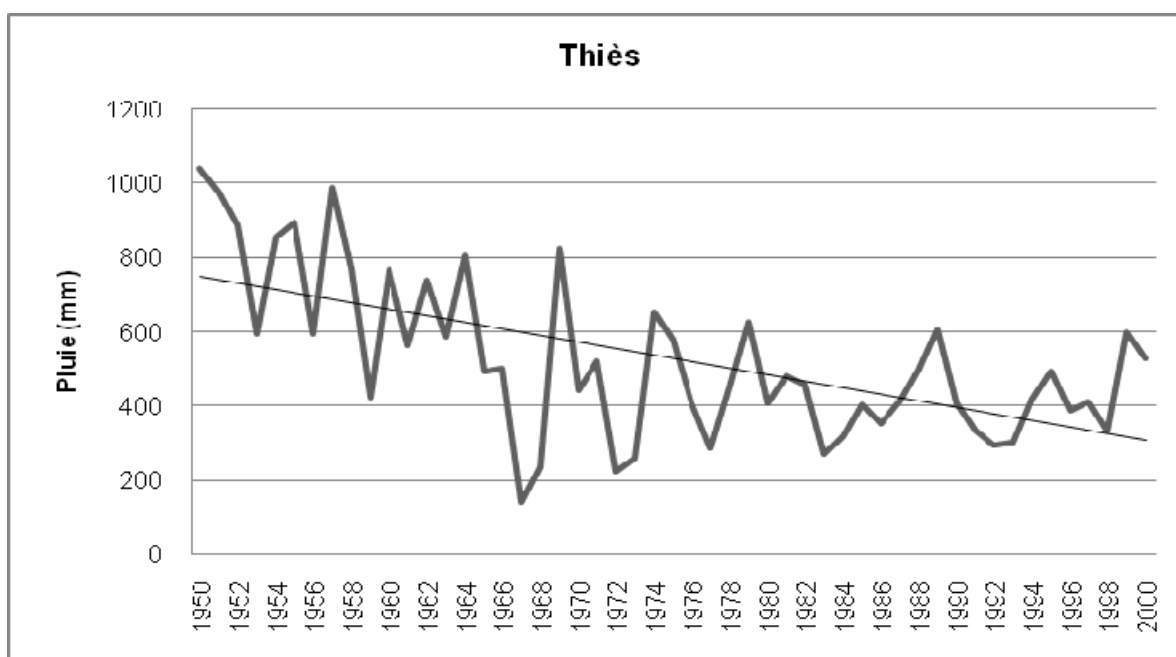


Figure 4 : Evolution interannuelle de la pluviométrie à la station de Thiès (1950-2000, source de données ANAMS).

Si l'abondance des pluies est le facteur climatique principal de l'agriculture pluviale, sa répartition est tout aussi importante, car c'est cela qui pose le problème du risque de déficit hydrique auquel les plantes cultivées doivent faire face. La durée de la saison humide constitue donc un facteur climatique important, dans la mesure où elle conditionne la réussite d'une variété de culture pratiquée en condition pluviale (M. Diop, 1999). A l'instar des

cumuls pluviométriques annuels, la durée de la saison des pluies s'est sensiblement réduite pendant la période des déficits continus. (Diop, 1996).

Compte tenu de l'ampleur des modifications climatiques, de leur sévérité et de leur persistance, les systèmes de productions ont connu des perturbations, voire des mutations.

6. Caractérisation des systèmes de production

La communauté rurale de Notto Diobass située dans l'arrondissement de Keur Moussa, dans le département de Thiès (région de Thiès) présentait, à l'instar de toute la zone des Niayes, un écosystème particulier du fait de la géomorphologie des ensembles dunaires et du cadre botanique riche d'une grande diversité biologique. Ces conditions lui conféraient d'excellentes aptitudes culturales avec les cultures sous pluie qui se pratiquaient sur les sols dior des dunes Ogoliennes et les cultures maraîchères dans les dépressions interdunaires. (paragraphe à revoir)

La sécheresse des années 70 a eu comme conséquence le tarissement des marres et des dépressions jadis totalement inondées. Au plus fort de la sécheresse, cette zone a fait l'objet d'une spéculation foncière et agricole dont la conséquence est l'occupation quasi intégrale de l'espace à vocation maraîchère. Cette évolution du climat a provoqué un rabattement sur les cultures maraîchères au détriment de l'agriculture pluviale qui a été totalement ou partiellement abandonnée.

Le système de production est dominé dans les terroirs de Notto :

- par l'agriculture pluviale traditionnelle sur les sols dior avec comme cultures l'arachide, le mil, le niébé, le maïs, le haricot, le manioc, le bissap, la courge et la pastèque. Les superficies qui sont dévolues à cette culture varient entre 6 et 9 ha.

- et par l'agriculture maraîchère pratiquée en système intensif toute l'année (et plus particulièrement entre janvier et mai) dans les dépressions interdunaires ou niayes. La gamme produite est très variée et concerne l'oignon, le gombo, le haricot, le piment, le chou, l'aubergine amère, l'aubergine, le diakhatou, le navet, la carotte, la pomme de terre, le concombre, le poivron et l'arachide cultivée en irrigué pendant la saison sèche.

Toutefois, la place des cultures pluviales (arachide, mil, maïs, haricots et manioc) est faible dans l'économie locale. Le maraîchage, pratiqué sous irrigation grâce à des motopompes, présente une gamme plus diversifiée de cultures avec l'oignon, la tomate, la pomme de terre, le chou, l'aubergine, l'aubergine amère, le piment, le haricot vert, la carotte et le navet.

Dans la communauté rurale de Taïba Ndiaye située dans le département de Tivaouane, la situation de l'agriculture pluviale est assez précaire avec des précipitations allant de 300 à 400 mm. Les cultures d'arachide (10%), de mil (20%) et de niébé (5%) sont en perte de vitesse du fait de la forte dépendance vis-à-vis de la pluviosité.

Dans la zone périurbaine de Thiès, la crise de l'agriculture dont l'origine se trouve dans les changements climatiques, et notamment pluviométriques, a provoqué la désertion des campagnes par les populations rurales en faveur des villes. Ainsi pour répondre simultanément aux besoins alimentaires des cités urbaines en croissance et résoudre le problème du chaumage qui frappe les nouveaux arrivants, une agriculture périphérique ou périurbaine s'est spontanément développée dans la commune de Thiès. Ainsi les bas-fonds et les carrières sont mis à contribution pour la pratique de l'horticulture qui se développe préférentiellement dans des espaces difficilement constructibles. Les spéculations choisies sont fonction de la demande urbaine et concernent majoritairement le piment, le chou, la tomate, la laitue, la menthe et les feuilles de bissap.

Les espaces maraîchers se développent plus à l'est de la commune de Thiès qu'à l'ouest. Trois facteurs interviennent pour expliquer cette situation : la disponibilité en eau, la disponibilité en terre et la proximité urbaine. A l'ouest, les paysans ne peuvent pas cultiver dans la forêt classée, sauf s'ils obtiennent un permis de culture. Dans les autres espaces, les cours d'eau sont peu nombreux, la nappe phréatique est profonde et les sols sont peu chargés en argile. La performance de la production dépend donc beaucoup de la profondeur de la nappe, de la qualité de l'eau (qui est ici moins salée que dans les Niayes) et des méthodes d'exhaure. Mais c'est la proximité urbaine qui est le facteur principal car elle limite le nombre d'intermédiaires et permet au producteur (qui implique toute sa famille) de faire un meilleur profit.

Ainsi les arguments qui militent en faveur de l'agriculture périurbaine renvoient avant tout à sa fonction économique et sociale. Cependant la forte pression foncière liée à l'extension urbaine tend à menacer la viabilité de ce système de production.

La communauté rurale de Fandène est un terroir de 36 villages qui ceinture la commune de Thiès. C'est un terroir d'agriculture familiale pluviale avec comme principale production le mil (base de l'alimentation) qui est exclusivement réservé à l'autoconsommation. Viennent ensuite le niébé, le maïs, le sorgho qui sont en partie des cultures d'autoconsommation et en partie destinés au marché. Cet ensemble de produit permet de nourrir les paysans pendant 8 à 9 mois. L'arachide et le manioc sont quant à eux commercialisés.

La communauté rurale est en grande partie bâtie sur une cuvette inondable qui permet la pratique du maraîchage comme culture d'appoint pendant la saison sèche ; il concerne essentiellement le bissap, le piment, l'aubergine, le gombo et le chou. Cependant la concurrence imposée (en termes de qualité et de quantité) par les légumes issues de la zone des niayes limite sérieusement le développement de cette activité.

7. Facteurs de vulnérabilité

L'analyse de la dynamique des systèmes de production fait apparaître trois facteurs de vulnérabilité :

7.1. La Sécheresse et le réchauffement climatique

Les deux types de systèmes de production identifiés reposent sur la disponibilité en eau qui provient essentiellement de la pluie. En effet, l'agriculture pluviale est sérieusement affectée par les effets de la sécheresse climatique prolongée et a dû disparaître dans certaines localités de la région de Thiès. Par ailleurs, l'agriculture maraîchère utilise en priorité les ressources hydriques de la nappe souterraine. Avec les années de sécheresse, le niveau de la nappe s'est fortement abaissé posant ainsi le problème d'accès à l'eau. Cet abaissement du niveau de la nappe a été accentué par le rush des populations qui abandonnent l'agriculture pluviale pour se tourner vers le maraîchage.

Le réchauffement climatique qui se traduit ici par la hausse des températures, constitue également un facteur de vulnérabilité des cultures maraîchère de saison froide, notamment la pomme de terre.

7.2. L'appauvrissement des sols

Le sol constitue une des bases fondamentales de l'activité agricole. Sa richesse en matières minérales et organiques conditionne le niveau des rendements espérés. Or, deux facteurs ont contribué à l'appauvrissement des sols :

- le système de production basé sur l'agriculture pluviale extensif se traduit par des défrichements tous azimuts, exposant le sol à l'action directe du vent et du ruissellement, deux facteurs de dégradation par érosion. A cela s'ajoute l'exploitation continue de la terre liée à la hausse de la population et l'essor de la culture attelée (la population de Thiès est passée de 39 000 habitants en 1953 à 614 440 à 1976, puis à 1 494 300 habitants 2005).

- la sécheresse a provoqué un recul du couvert végétal et l'exposition du sol au phénomène éolien et hydrique.

7.3 Les migrations

Avec la sécheresse et la baisse de la productivité des cultures, beaucoup de personnes ont abandonné les champs pour émigrer en ville et changer de métier, la plupart devenant des commerçants. Cela affecte naturellement l'activité agricole qui souffre alors d'un déficit de main d'œuvre.

Selon les résultats de l'enquête Infoclim réalisée par le Centre de Suivi Ecologique, 54% des gens sont partis à l'émigration temporaire ou définitive pour rechercher du travail à cause de la baisse de la pluviométrie et des rendements, et 81% des personnes interrogées estiment que ces départ ont augmenté.

La hausse du nombre de migrants, associée avec l'indisponibilité des populations restées au terroir, liée aux maladies endémiques tel que le paludisme, rendent particulièrement vulnérable l'activité agricole, quel que soit le système de production considéré.

8. Stratégies d'adaptation au changement climatique

La perception paysanne des changements climatiques est illustrée par la figure 5 qui montre que 83% font état de changement dans le déroulement de saison des pluies et hausse des fréquences sèches pendant cette saison. Cette figure montre aussi que 76% évoque une hausse des températures et 79% une baisse de la pluviométrie illustrée par la figure 5.

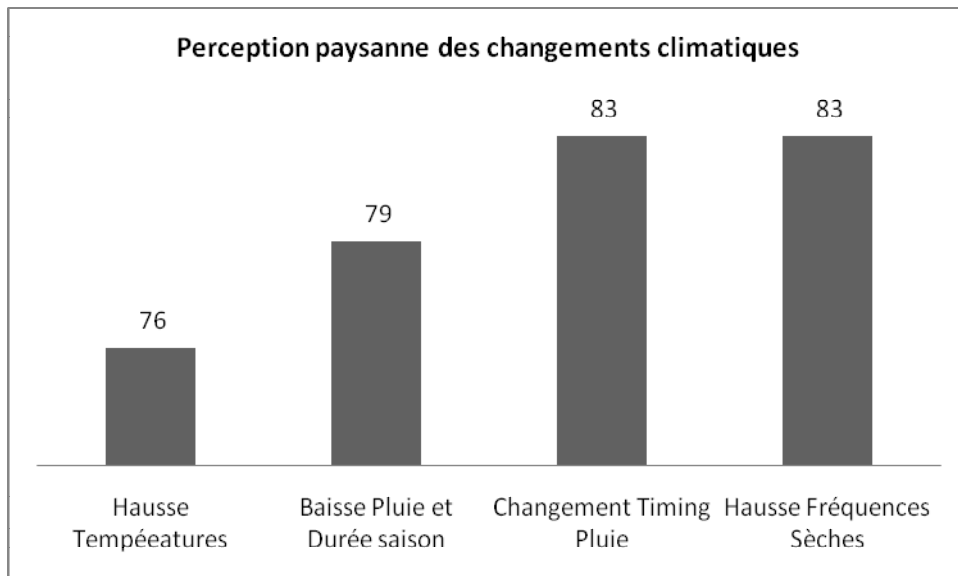


Figure 5: (source données : ISRA 2003)

Aujourd'hui, face à la crise climatique qui affecte aussi bien le système de production basé sur l'agriculture pluviale extensive que sur celui sur l'agriculture maraîchère intensive, les paysans tentent d'apporter des réponses en fonction de leurs possibilités (figure 6).

Ainsi, 90% d'entre eux optent pour des variétés à cycle réduit pour minimiser le risque de déficit hydrique chez les plantes, qui se traduit par des baisses de rendements et de production dans le système pluvial extensif.

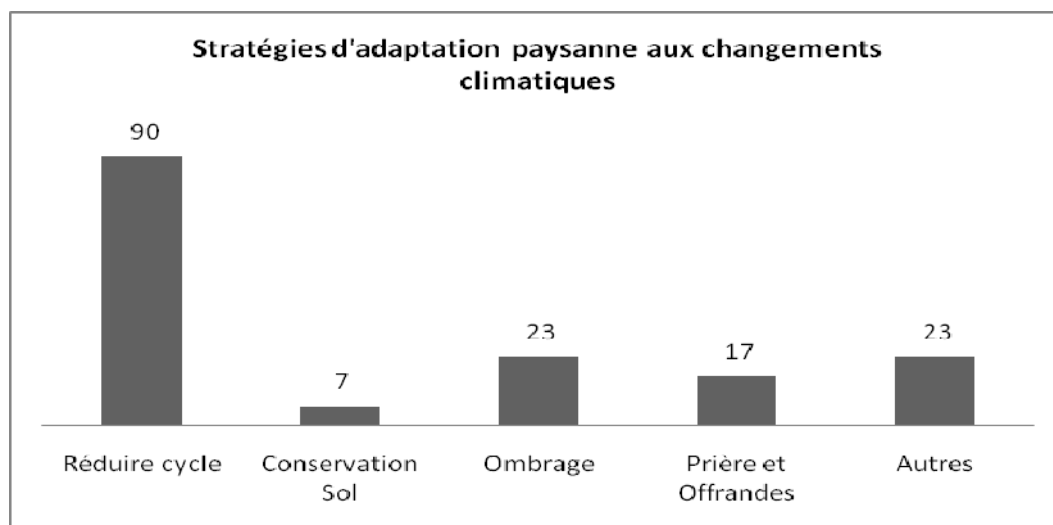


Figure 6 : Importance du nombre de paysans (en %) ayant recouru à des stratégies pour s'adapter aux changements climatiques (source données : ISRA 2003)

S'il est vrai que cette option est pertinente dans le contexte de crise climatique, la meilleure stratégie consisterait à opter pour une diversification des cultures et une diversité biologique dans les terroirs.

L'option de diversification est déjà intégrée dans les systèmes de productions, quelle que soit la localité.

A Taïba Ndiaye où la culture du manioc offre une alternative intéressante, face au déficit pluviométrique. Elle est pratiquée à Mbayenne 3 et représente avec l'arboriculture des solutions à cette crise même si l'approfondissement de la nappe met la ressource hydrique hors de portée de la plupart des maraîchers. D'autres stratégies d'adaptation consistent à l'utilisation des cuvettes artificielles créées par les Industries Chimiques du Sénégal (ICS).

A Fandène, la faiblesse des rendements liée à la baisse généralisée des pluies, a poussé les paysans à se tourner vers les autres ressources disponibles dans les terroirs, notamment l'arboriculture fruitière (le développement des vergers de mangues). On note aussi une pratique plus répandue de l'élevage autant de la volaille que du bétail. Parallèlement, l'artisanat est devenu une activité bien présente avec l'exploitation de la partie ligneuse et non ligneuse de certaines essences typiques du milieu à l'image de *Borassus aethiopum* (le rônier).

Dans la communauté rurale de Notto Diobass, la principale stratégie d'adaptation est le rabattement sur les cultures maraîchères en développant un savoir faire authentique en la matière. Cependant la viabilité de l'activité est discutable compte tenu des rythmes de prélèvement de l'eau de la nappe phréatique. On note en effet une intensification du système de culture qui est plus productif alors que les surfaces utilisées sont en baisse. Dans cette zone, les vergers, et notamment le manguiers avec 63 tonnes en 2004, constituent une alternative intéressante face aux risques climatiques.

Le tableau suivant tiré d'une étude du PGIES sur la situation de référence des rendements agricoles au Sénégal donne pour la communauté rurale de Notto l'état comparatif des rendements obtenus pour les deux systèmes de production. Les rendements élevés des cultures en système maraîcher résultent de l'intensification de l'agriculture et de la possibilité de cultiver toute l'année grâce à l'accès à l'eau.

Culture maraîchère	Rendements en kg/ha	Cultures pluviales	Rendements en kg/ha
Carotte	27 800	Arachide	700
Choux	25 500	Mil	500
Oignon	15 625	Niébé	8 716
Pomme de terre	28 750	Mais	300
Tomate	15 500		

Source enquête équipe SR/PGIES¹ (décembre 2004)

¹ Ces statistiques sont issues d'entretiens divers avec les techniciens sur place, page 168 du document sur la Situation de Référence

Concernant la biodiversité agricole, les moyens pour y parvenir sont de conserver les variétés traditionnelles sur le terrain, tout en pratiquant des variétés améliorées issues de la recherche.

Dans le système maraîcher où les paysans utilisent davantage l'eau de la nappe, il est important de vulgariser les systèmes d'irrigation qui permettent de mieux gérer l'utilisation de l'eau. Un des moyens pour y parvenir est de regrouper les productions en groupements qui financeraient l'acquisition des kits d'irrigation sans intérêt.

Référence bibliographique

Commeat P.G et Sokona K (2005) : « Le maraîchage face aux contraintes et opportunités de l'expansion urbaine. La cas de Thiès/Fandène (Sénégal) », Ecocité Avec le concours de l'Union européenne, 41 p

CRTND (2004) : « Plan Local de Développement de la communauté rurale de Taïba Ndiaye » ARD, PADDEL, 70 p

Ministère de la protection de la nature direction de l'environnement république du Sénégal (1997) : « Communication initiale du Sénégal à la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) » 88 p

Ndiaye. P (1992) : « La politique de l'environnement : analyse d'une gestion » Sénégal. Trajectoires d'un état, Dakar / Codesria, 1992 pp 137-176

Ndjekouneyom. S (2006) : « La dynamique du paysage dans la zone des Niayes » UCAD
115 p

Mendelshon. R et A. Dinar 1999 : « Climate change impact on development country agriculture » World Bank. pp. 277-293

Portère. R (1952) : « Aménagement de l'économie rurale au Sénégal. Gouvernement général de l'AOF, Dakar 413 p.

Sène I.M (2007) : « Impact des changements climatiques sur l'agriculture au Sénégal: Dynamique climatique, économique, adaptation, modélisation du bilan hydrique de l'arachide et du mil » UCAD 301 p

CCNUCC, 1992 : Protocole de Kyoto à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. ONU, 24p.

Diop M., 1999 : Caractérisation du facteur hydrique en agriculture pluviale au Sénégal : le cas de l'arachide et du mil. Thèse, Univ. Dijon, France, 185 p.

Fall Safiétou T., A. S Fall (éd.), 2001 :. Cité horticole en sursis. L'agriculture urbains dans la grande Niaye du Sénégal. CRDI, 138p.

Scotese C.R., 2003 : Paleomap Project. www.scotese.com

Diop M., 1996: A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal. Sécheresse, vol. 1, n° 1, pp. 7-15.