

• ATLAS DES VULNÉRABILITÉS
TERRITORIALES DU FERLO
FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES •



Le Mot du Président de la Région Rhône-Alpes

La Région Rhône-Alpes a engagé en 2000 des actions de coopération au Sénégal, avec la Région de Saint Louis, puis lors de sa création en 2004, avec la Région de Matam. En 2009, un premier Mémorandum a permis d'associer la Région de Tambacounda pour une intervention conjointe sur la zone du Ferlo. Suite à la création officielle de l'Entente du Ferlo, nous avons adopté une Convention pour la période 2012-2014 incluant également les régions de Louga et de Kaffrine.

La coopération régionale concerne désormais l'ensemble de la zone sylvo-pastorale du Ferlo qui occupe près de 30% du territoire sénégalais pour 500 000 habitants. Elle porte sur l'adaptation au changement climatique, un défi essentiel dans une région d'élevage où les stratégies d'occupation de l'espace sont étroitement liées aux conditions pluviométriques.

L'Atlas des vulnérabilités territoriales du Ferlo face aux changements climatiques est un nouvel outil au service des politiques de développement local. Il constitue un appui opérationnel au maintien des activités et des populations qui fondent l'identité culturelle de cette région du Sahel.

Jean-Jack QUEYRANNE, *Président du Conseil Régional
de la Région Rhône-Alpes, Ancien Ministre*

Le Mot du Président de l'Entente interrégionale du Ferlo



Se fondant sur les dispositions de la loi 9606 du 22 mars 1996 portant code des collectivités locales en ses articles 71 à 73, les régions de Saint-Louis, Matam, Louga, Kaffrine et Tambacounda ont créé une entente interrégionale pour la gestion concertée de la zone sylvo-pastorale qu'elles ont en commun.

Cette Entente dite « Ferlo » est partie de l'initiative de la région de Saint-Louis qui a démarré le processus de concertation. À la suite de ceci, l'Entente du Ferlo a signé une convention de partenariat avec la région française de Rhône-Alpes, pour la formulation, la planification et le financement de projets de développement prenant en compte le risque climatique à travers l'élaboration de Plans Territoriaux Intégrés (PCTI) pour anticiper sur les risques qu'engendre l'évolution du climat dans les conditions de vie des populations de la zone.

C'est en cela que la réalisation d'un atlas du Ferlo trouve toute sa pertinence, constituant un outil d'analyse approprié de la vulnérabilité du territoire au changement climatique, permettant ainsi d'établir un pré-diagnostic fiable dans le processus d'élaboration des PCTI. Cet atlas, fruit de la coalition entre l'Entente du Ferlo et la Région Rhône-Alpes, est aujourd'hui un modèle de coopération orientée sur le mieux-être des populations.

C'est le lieu de remercier le GERES, le TACC, le pool des ARD et les autres partenaires de l'Entente qui ont permis la réalisation de cet outil d'aide à la décision.

Pour terminer, je réitère les engagements des différentes composantes de l'Entente, collectivités locales et autres acteurs, à faire le meilleur usage de cet outil pour juguler les méfaits des changements climatiques.

Merci à la région Rhône-Alpes pour son engagement et son accompagnement.

*Adama GUEYE, Président de la Région de Louga
et Président de l'Entente interrégionale du Ferlo*

Pourquoi un atlas du Ferlo ?	p. 6
Les partenaires	p. 7
Carte de localisation de la zone d'étude	p. 8
1 • Un territoire vulnérable à forts enjeux	p. 10
2 • Un territoire soumis à une forte pression anthropique	p. 21
3 • Une zone déjà affectée par les changements climatiques	p. 36
4 • Carte de synthèse des vulnérabilités du Ferlo	p. 40
Bibliographie	p. 44

POURQUOI UN ATLAS DU FERLO ?

Le processus de concertation régionale pour une gestion concertée de la zone sylvo-pastorale du Ferlo a permis la création de L'Entente interrégionale du Ferlo qui regroupe cinq régions sénégalaises (Saint-Louis, Matam, Louga, Tambacounda et Kaffrine) dans le but de développer des politiques territoriales de développement durable face aux changements climatiques.

Les enjeux de l'évolution du climat, facteur de risque dans l'aggravation des conditions de vie des populations du Ferlo, a amené la région Rhône-Alpes et l'Entente du Ferlo à développer une coopération décentralisée interrégionale. Ce partenariat de solidarité climatique permet d'accompagner les régions sénégalaises dans leur lutte contre les changements climatiques par la mise en œuvre de politiques publiques prenant en compte le risque climatique.

Dans ce cadre, l'Entente a soumis en 2012 un « Plan d'amorce de l'Entente interrégionale du Ferlo » déclinant une pluralité de projets et programmes dédiés à la thématique « Climat et Développement ». Toujours entre les régions sénégalaises membres de l'Entente interrégionale et la Région Rhône-Alpes, le PNUD s'est inscrit dans le cadre de ce partenariat avec le programme TACC

« Vers des territoires moins émetteurs de gaz à effet de serre et plus résistants au changement climatique ». Il a pour objectif de renforcer les capacités au sein des régions sénégalaises à formuler une stratégie intégrée dans le domaine des changements climatiques. Il s'agit également de mettre en œuvre des projets d'atténuation et d'adaptation dotés d'un impact significatif en termes de développement et susceptibles d'accéder à la finance carbone.

Pour cela, le TACC s'est engagé avec l'Entente dans l'élaboration des Plans Climat Territoriaux Intégrés (PCTI). La mise en place de ces PCTI suppose une formation ad hoc des collectivités territoriales (ARD, régions et Entente) qui seront chargées du diagnostic territorial puis de la mise en œuvre de ce plan d'action. Ainsi, le GERES (Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités) a lancé en 2011, sur demande de l'Entente et de la Région Rhône-Alpes, un programme de renforcement de capacités sur un certain nombre de prérequis : ClimTerr.

Parmi ceux-ci, le GERES a été mandaté pour élaborer un atlas cartographique de ce territoire récemment créé, comportant à la fois des cartes descriptives du territoire, mais aussi des cartes d'analyse des vulnérabilités territoriales du Ferlo. Ce pré-requis figure d'ailleurs dans

le programme d'actions du TACC Sénégal qui évoque la dimension spatiale du développement territorial dans le processus de planification, en particulier pour mettre en perspective différentes échelles territoriales. La mise en œuvre d'un processus de formation-action relative à l'analyse cartographique contribue à ce renforcement de capacités des collectivités territoriales.

Cet atlas a donc trois objectifs principaux :

- Constituer un outil d'appropriation du territoire et de communication efficace pour les points focaux climat recrutés en région et pour tous les acteurs régionaux impliqués.
- Analyser, alerter, favoriser la concertation autour d'une connaissance commune et partagée, et éventuellement aider à la prise de décision.
- Construire une carte synthétique des vulnérabilités du territoire face aux changements climatiques, permettant ainsi d'établir un pré-diagnostic et de cibler des zones d'actions prioritaires.

Outre cette publication, les planches cartographiques seront mises à disposition des partenaires en version numérique haute résolution.

La Région Rhône-Alpes s'est engagée depuis 1984 dans la coopération décentralisée. La première intervention a été entreprise au Mali pour des raisons humanitaires. Elle s'est ensuite affirmée dans des actions de solidarité au développement, appuyant les processus de décentralisation et de démocratisation dans les territoires partenaires.

La Région Rhône-Alpes est en convention de coopération au développement avec des collectivités régionales ou des autorités sub-étatiques dans 11 pays du Sud sur 4 continents : Madagascar, Mali, Burkina, Sénégal, Maroc, Tunisie, Liban, Arménie, Laos, Vietnam, Equateur. Elle est engagée au Sénégal depuis 2004.



Créé en 1976, le Groupe Énergies Renouvelables, Environnement et Solidarités (GERES) est une association à but non lucratif, dont les actions visent à améliorer les conditions de vie des populations les plus pauvres. GERES met en œuvre, entre autres, des initiatives qui préservent l'environnement et limitent les effets néfastes des changements climatiques sur les systèmes humains et naturels. Un de ses pôles d'activités est la recherche et l'innovation sur des sujets pionniers, notamment l'adaptation et l'approche territoriale du changement climatique.



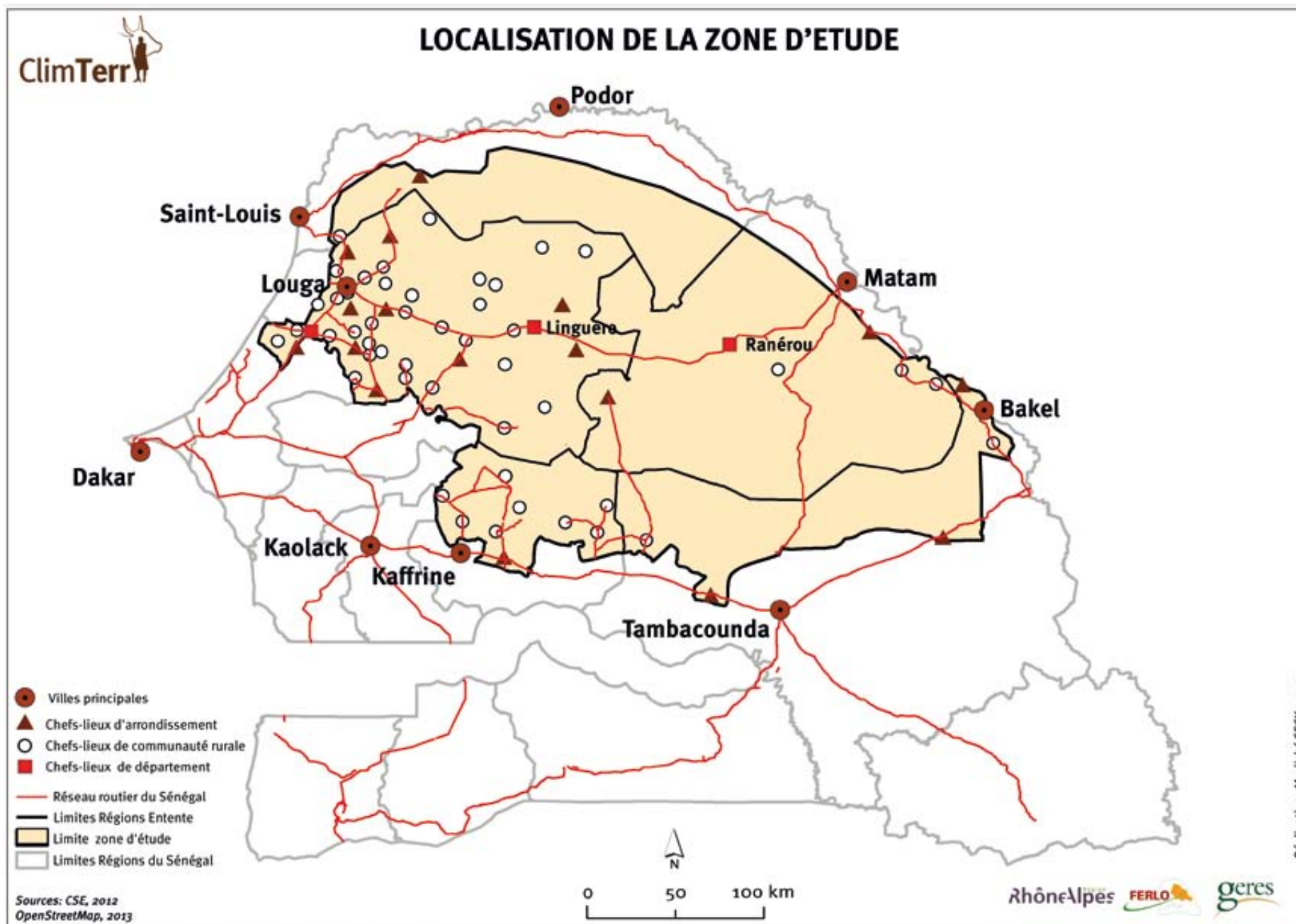
Le Centre de Suivi Ecologique (CSE) a été créé en 1986 par les pouvoirs publics sénégalais. Il est spécialisé dans la production et la diffusion de données et d'informations sur l'environnement et les ressources naturelles. Son objectif est de contribuer au développement durable en soutenant la prise de décision à plusieurs niveaux et dans différents secteurs (gouvernement central, exécutifs locaux, organisations communautaires de base, organisations non gouvernementales, partenaires au développement).

TACC - PNUD

Le Programme TACC (Territorial Approach to Climate Change) a pour objectif général de réduire l'exposition aux effets néfastes des changements climatiques et de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les pays en développement. Cet objectif se traduit au Sénégal par une contribution à un développement local durable tenant compte de la dimension changements climatiques.



Le Pôle Pastoralisme et Zones Sèches (PPZS) est un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) de Recherche en Partenariat qui associe sur la thématique du pastoralisme les institutions de recherche suivantes : le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), le Centre de Suivi Ecologique (CSE), l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) et l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar.



Plusieurs délimitations du Ferlo existant, la zone d'étude retenue a fait l'objet d'une concertation avec les cinq régions de l'Entente interrégionale afin de prendre en compte au mieux les réalités socio-économiques et écosystémiques du terrain. Ces contours incluent ainsi **15 départements et 93 communautés rurales (CR)**, dont certaines CR, situées au nord de cette zone, ne sont intégrées que partiellement.

La zone d'étude, appelée zone sylvo-pastorale, appartient au domaine climatique sahélien, semi-aride, caractérisé par de fortes chaleurs et un faible régime pluviométrique. Elle couvre une superficie de **78.600 km²**, soit 40% du territoire national. Elle est limitée à l'Est et au Nord par la vallée du fleuve Sénégal, à l'Ouest par les Niayes et au Sud par le bassin arachidier et le Sénégal Oriental.

À partir de 1996, elle a connu une grande dynamique dans l'organisation territoriale : création de régions, de départements, de communes, de communautés rurales. À la suite des réformes administratives effectuées par l'Assemblée Nationale en 2008, plusieurs territoires administratifs ont vu leurs contours modifiés par rapport à ceux de 2002.

Ainsi, le département de Kaffrine est érigé en région administrative le 1^{er} février 2008. Il dispose de quatre départements : Kaffrine, Malem Hodar, Birkilane et Kounghoul. Par ailleurs, il convient de noter que sa création s'est accompagnée de plusieurs ajustements dans ses contours.

En conséquence, certaines cartes présentées dans cet atlas ont été réalisées sur la base d'estimations de données démographiques et de cheptel pour ces nouveaux territoires administratifs.

Le territoire du Ferlo présente une densité très faible avec une population estimée à environ **2.086.000 habitants** avec trois ethnies dominantes : les Peul, les Ouolof (Sud Ferlo) et les Maures. Cependant les Peul sont les premiers exploitants de la zone et constituent l'essentiel de la population.

Plusieurs activités socio-économiques sont menées dans cette zone : élevage, cultures céréalières et exploitation des ressources pastorales. Cependant, l'élevage, de type extensif, reste l'activité économique prédominante où différents types de points d'eau sont utilisés selon la saison. Traditionnellement transhumantes, les communautés pastorales de la zone d'étude se sédentarisent de plus en plus avec la mise en place des forages autour desquels s'organisent des villages ou des hameaux. La transhumance reste cependant une pratique répondant à la fois à la variabilité spatiale des ressources et à leur disponibilité très variable d'une année à l'autre.



1 • UN TERRITOIRE VULNÉRABLE À FORTS ENJEUX •

Typologie principale des sols de la zone d'étude	p. 12
Localisation des aires protégées	p. 14
Précipitations moyennes annuelles 1970-2010	p. 16
Ressources en eau	p. 17
Densité de forages fonctionnels par communauté rurale	p. 18
Carte de l'indice d'efficacité pluviométrique	p. 19
Températures moyennes annuelles 1953-2003	p. 20

La zone sylvo-pastorale du Ferlo est caractérisée par un certain nombre de vulnérabilités sous-jacentes portant notamment sur la nature fragile des écosystèmes sahéliens (sols pauvres et érosion forte) ainsi que sur la disponibilité des ressources naturelles très soumises aux conditions climatiques et sur la forte dépendance des activités économiques à cette disponibilité (essentiellement le sylvo-pastoralisme et, de plus en plus, l'agriculture).

Le système d'élevage extensif de la zone sylvo-pastorale est caractérisé par une transhumance basée sur la disponibilité de l'eau et des pâturages naturels. Le renouvellement des pâturages qui constitue la principale source d'alimentation du bétail est tributaire d'une pluviométrie à forte variabilité dans l'espace et dans le temps.

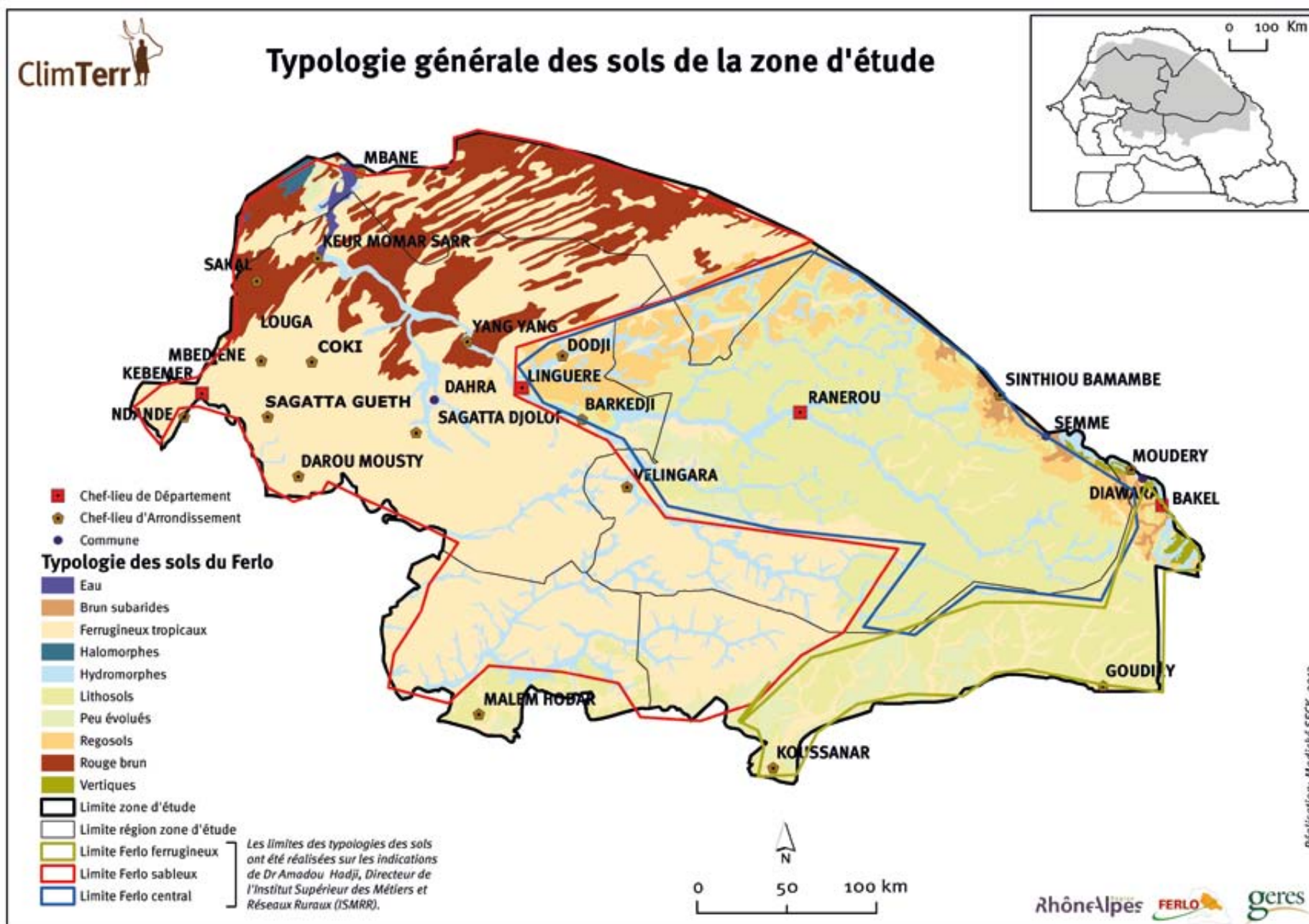
Les années sèches occasionnent des difficultés pour alimenter les animaux et, lorsque la sécheresse perdure, une probabilité forte de mortalité accrue dans le cheptel. L'accès à l'eau est fortement conditionné par la présence de forages pastoraux (eau disponible tout au long de l'année) et de plans d'eau saisonniers (mares). Par ailleurs, l'accès à la ressource fourragère dépend quasi exclusivement du niveau de précipita-



La ZSP du Ferlo, une zone d'avenir pour les générations futures.
© V. Laubin, région de Louga, 2012

tions pendant la saison des pluies qui permet la régénération des pâturages.

Par ailleurs, compte tenu de l'existence d'espèces endémiques et emblématiques dans la zone, et aussi afin de constituer des réserves pastorales en saison sèche, un important effort a été mené pour créer des aires naturelles protégées, sans toutefois être toujours accompagnées de mesures visant à adapter les pratiques locales (déboisement pour usages domestiques ou agricoles, surcharge de bétail dans les réserves sylvo-pastorales, etc.).



Les paysages du Ferlo

Le Ferlo se présente: « sous la forme d'une plaine immense, dont aucune colline, aucun accident de terrain ne vient rompre la monotonie. C'est avec peine que l'on parvient à y distinguer de loin en loin quelques légers vallonements aux pentes douces, quelques cuvettes faiblement accusées. Cependant, lorsqu'on suit avec soin ces mouvements du sol, difficilement perceptibles au premier abord, on finit par se rendre compte que, dans cette grande plaine unie, existent des sillons, qui sont [...] les lits d'anciennes rivières [*les sols hydromorphes*].

L'un d'eux, le plus important, forme ce que l'on appelle la vallée du Ferlo, qui donne son nom à toute la région. Il prend naissance à environ 30 km au sud-ouest de Bakel et se dirige tout d'abord vers le nord-ouest jusqu'à Nelby, prend ensuite une direction ouest jusqu'à Gassé, dans le Djoloff, puis s'infléchit vers le nord-ouest et, sous le nom de marigot de Bounoun, rejoint, après avoir passé Yang-Yang, le chef-lieu actuel du Djoloff, l'extrémité du lac de Guiers, lequel communique avec le fleuve Sénégal par la rivière Ïaouey.

Au sud de la vallée du Ferlo, presque parallèlement à elle dans la plus grande partie de son parcours [...], court une autre vallée, qui, partant de la mare de Tchalam-bel, dans le cercle de Bakel, ayant une direction sud-est nord-ouest, infléchit vers le sud-ouest à Thiély [...] passe à Diourbel, à Fatik et, après ce dernier point, atteint la rivière Saloum par un bras de cette dernière. Cette vallée [...] de Kourou Guédy est plus connue sous les noms qui lui sont donnés selon les localités ou les régions qu'elle traverse : vallées de M'Boun, de Naouré, de Nielloumol, du Sine, etc. ».

Source : Adam J., *Le Djoloff et le Ferlo*. In : *Annales de Géographie*. 1915, t. 23, n°132. pp. 420-429.



Paysage de pseudo-steppes sur sols dior, zone centrale du Ferlo Nord.
© S. Garraud, 2012

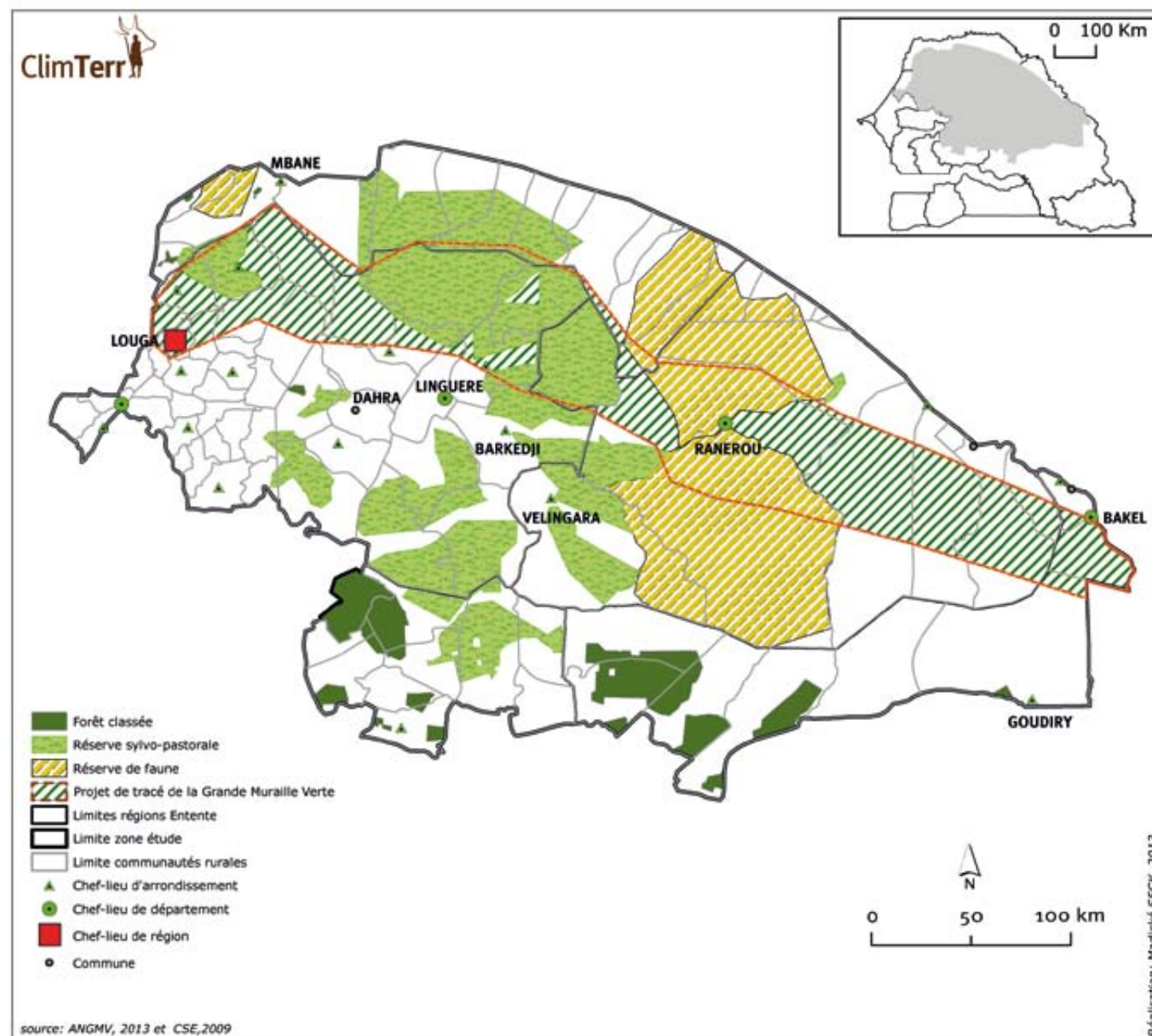
Les sols du Ferlo

La qualité des sols du Ferlo, hormis dans l'extrême Nord du Ferlo, sont relativement peu propices à l'agriculture. Le potentiel d'utilisation des terres pour l'agriculture dans ce territoire est relativement très faible par rapport au reste du Sénégal. De fait, en 2008, seuls 16% du territoire était consacré aux espaces agricoles, dont une large partie concentrée dans une moitié Sud-Ouest du Ferlo. Pourtant, le grignotage de l'agriculture sur les steppes du Ferlo est assez prononcé, en particulier dans les régions de Louga, Kaffrine et Tambacounda.

Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés d'une grande moitié Ouest du Ferlo (début du bassin arachidier) sont les sols à arachide par excellence, en rotation avec le mil. Ils sont également cultivés en niébé. Du fait de leur texture sableuse et de leur faible teneur en matière organique, ils sont chimiquement pauvres et se sont pratiquement tous acidifiés sous les effets d'une mise en culture continue.

Dans le Ferlo oriental et méridional, on trouve des sols caillouteux et des sols peu évolués d'érosion issus de la fragmentation de la cuirasse ferrugineuse du Ferlo oriental et méridional. Ces sols ferrugineux tropicaux lessivés cuirassés sur schistes (peu évolués) ont une faible valeur agronomique mais conviennent aux pâturages. Seule une agriculture de subsistance y est pratiquée.

Carte des zones protégées



Climat du Ferlo

Le climat du Ferlo est marqué par des précipitations moyennes faibles et erratiques, comprises entre 300 mm (Podor) et 800 mm (pour l'extrême nord de la région de Tambacounda). Ces précipitations sont quasi-exclusivement concentrées entre juillet et septembre (saison des pluies, humide et chaude). Le nombre de jours de pluie s'échelonne entre 19 (Podor) et 40 jours (Bakel) sur la période 1969-2010.

Les variations annuelles des précipitations dans le Ferlo sont marquées par de forts écarts, alternant périodes sèches et périodes humides. Ces variations conditionnent en grande partie la disponibilité des principales ressources nécessaires à l'élevage : l'eau et la biomasse végétale. En effet, l'intensité de la saison des pluies conditionnera le stock de fourrage disponible au cours de la saison sèche suivante. Dans ce contexte, des systèmes d'alerte précoce sont essentiels pour permettre aux pasteurs de prendre des décisions éclairées quant à la mobilité de leurs troupeaux.

Ce climat sahélien est divisé en 3 sous zones, toutes représentées dans l'Entente interrégionale du Ferlo :

- la sous-zone nord-sahélienne, dont les précipitations sont comprises entre 150 et 300 mm par an, qui correspond à l'extrême nord de la zone ;
- la sous-zone sahélienne typique, dont les précipitations sont comprises entre 300 et 450 mm par an, qui inclut l'ensemble de la région de Louga et le nord de Matam ;
- la sous-zone sud-sahélienne, relativement plus arrosée, qui inclut le nord de Kaffrine et de Tambacounda.

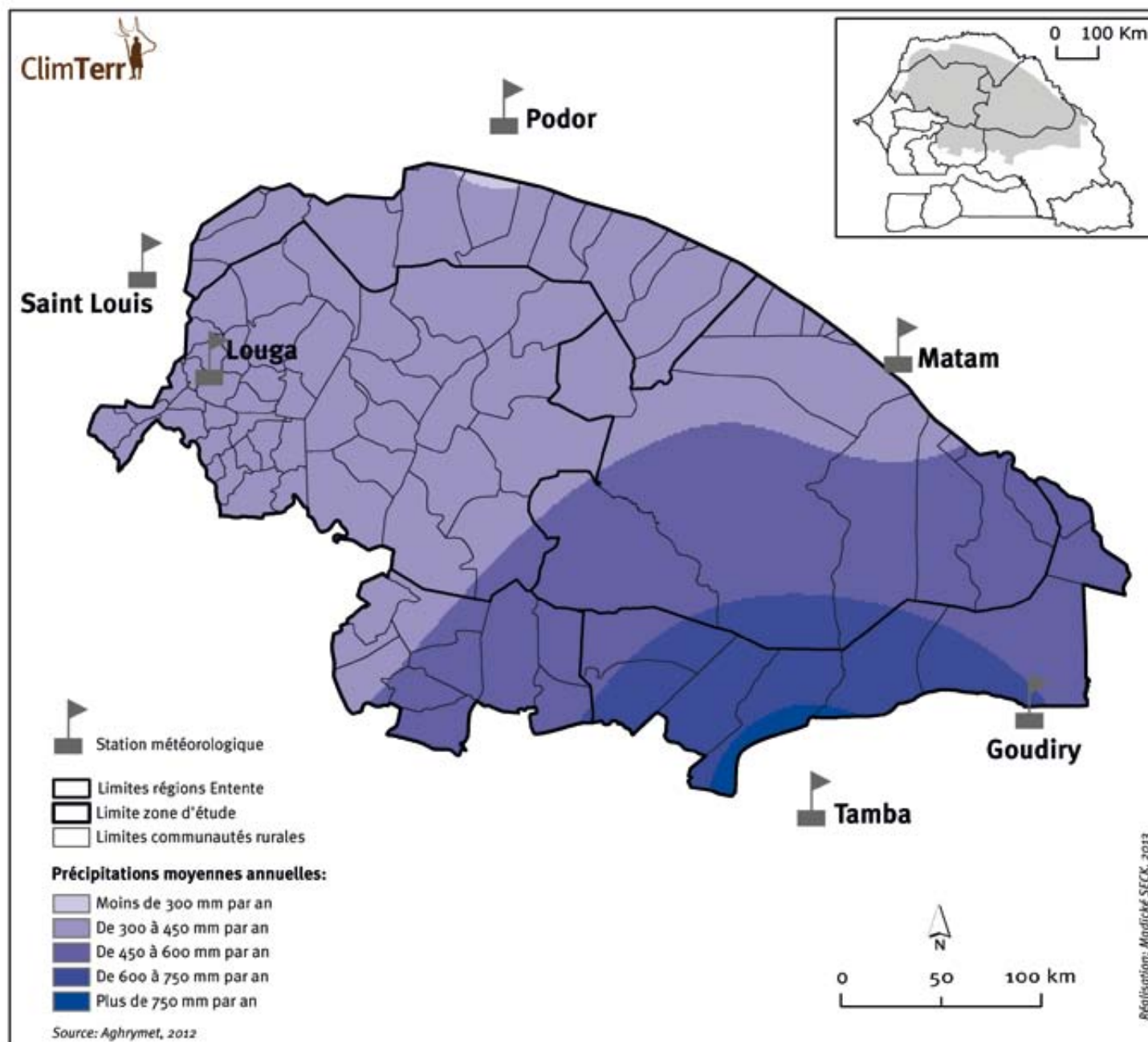
Les températures moyennes varient entre environ 20°C (janvier/février) et 38°C au coeur de la saison chaude, avec, également de fortes variations selon les années. Les vagues de chaleur, tout comme les vagues de froid en contre-saison, sont fréquentes.



Note sur les données climatologiques utilisées

Afin de réaliser ces cartes, nous n'avons retenu que les stations météorologiques disposant d'enregistrements sur une série longue commune. Nous avons également cherché à disposer d'une couverture spatiale suffisamment importante de la zone d'étude pour permettre l'interpolation des données recueillies. Ainsi, ont été retenues les stations de Saint-Louis, Louga, Matam, Linguere, Goudiry et Tambacounda, qui permettent d'encadrer toute la zone. D'autres stations météorologiques existent dans la zone, mais sur des séries temporelles non homogènes et elles sont parfois marquées par des lacunes.

Les séries pluviométriques et de températures utilisées proviennent de la base de données Agrhymet.

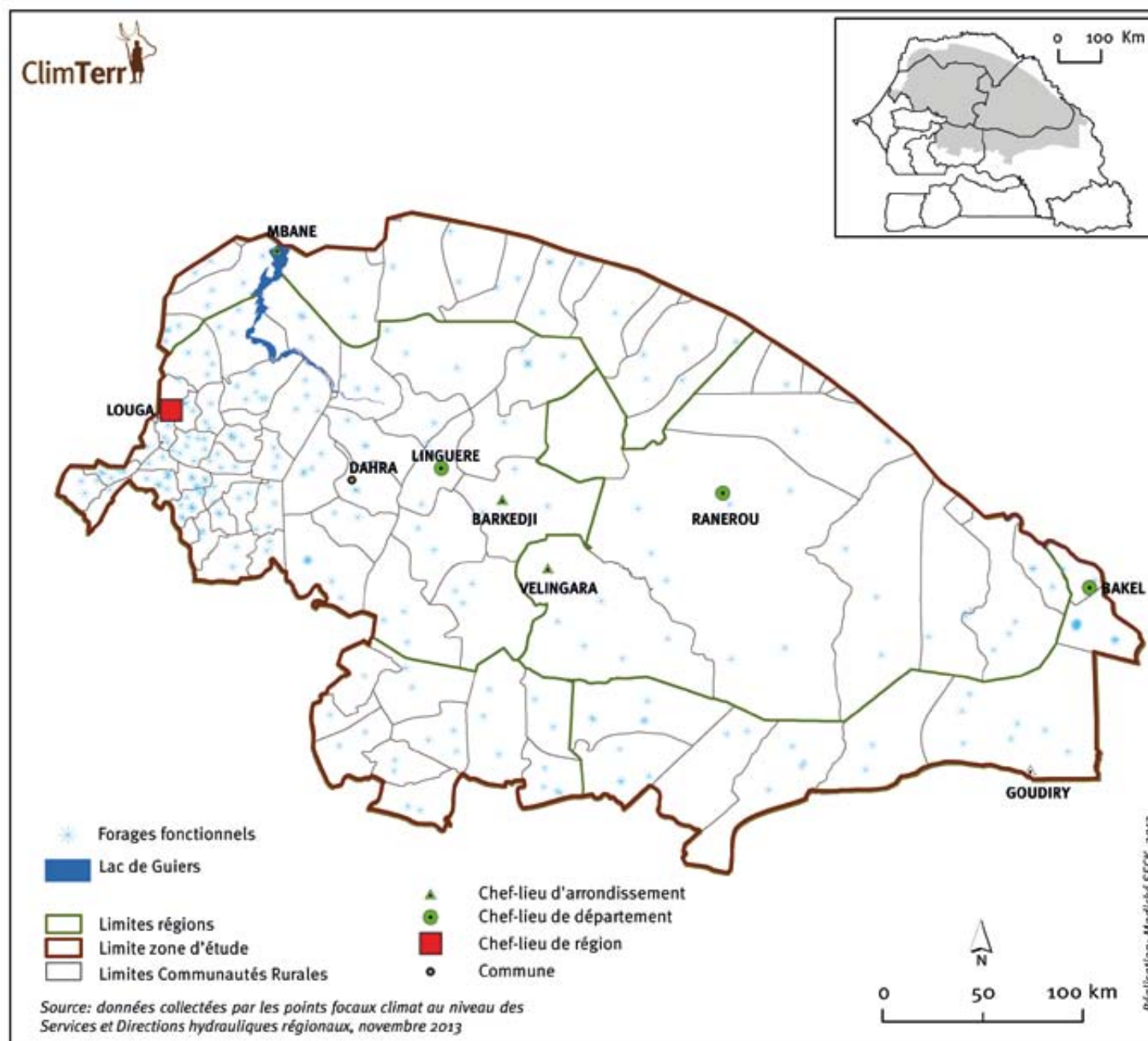


PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES SUR LA PERIODE 1941-2010

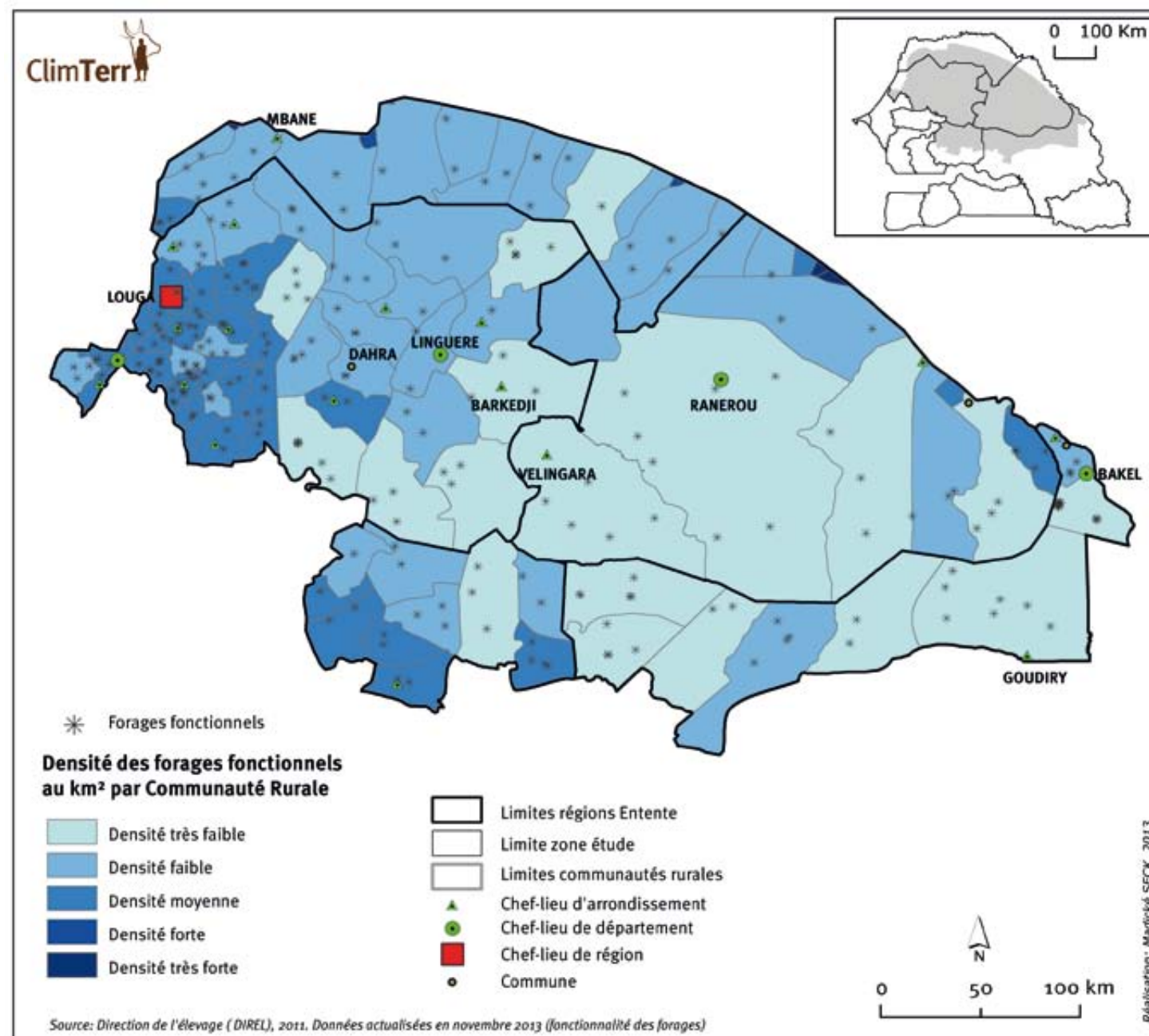
Le climat du Ferlo est marqué par des précipitations moyennes faibles et erratiques, comprises entre 300 mm (Podor) et 800 mm (pour l'extrême nord de la région de Tambacounda). Ces précipitations sont quasi-exclusivement concentrées entre juillet et septembre (saison des pluies, humide et chaude). Le nombre de jours de pluie s'échelonne entre 19 (Podor) et 40 jours (Bakel) sur la période 1969-2010).

Les variations annuelles des précipitations dans le Ferlo sont marquées par de forts écarts, alternant périodes sèches et périodes humides. Ces variations conditionnent en grande partie la disponibilité des principales ressources nécessaires à l'élevage: l'eau et la biomasse végétale. En effet, l'intensité de la saison des pluies conditionnera le stock de fourrage disponible au cours de la saison sèche suivante. Dans ce contexte, des systèmes d'alerte précoce sont essentiels pour permettre aux pasteurs de prendre des décisions éclairées quant à la mobilité de leurs troupeaux.

Carte des ressources en eau



Densité des forages fonctionnels au km² par Communauté Rurale



DENSITÉ DES FORAGES FONCTIONNELS AU KM² PAR COMMUNAUTÉ RURALE (ESTIMATION À FIN 2013)

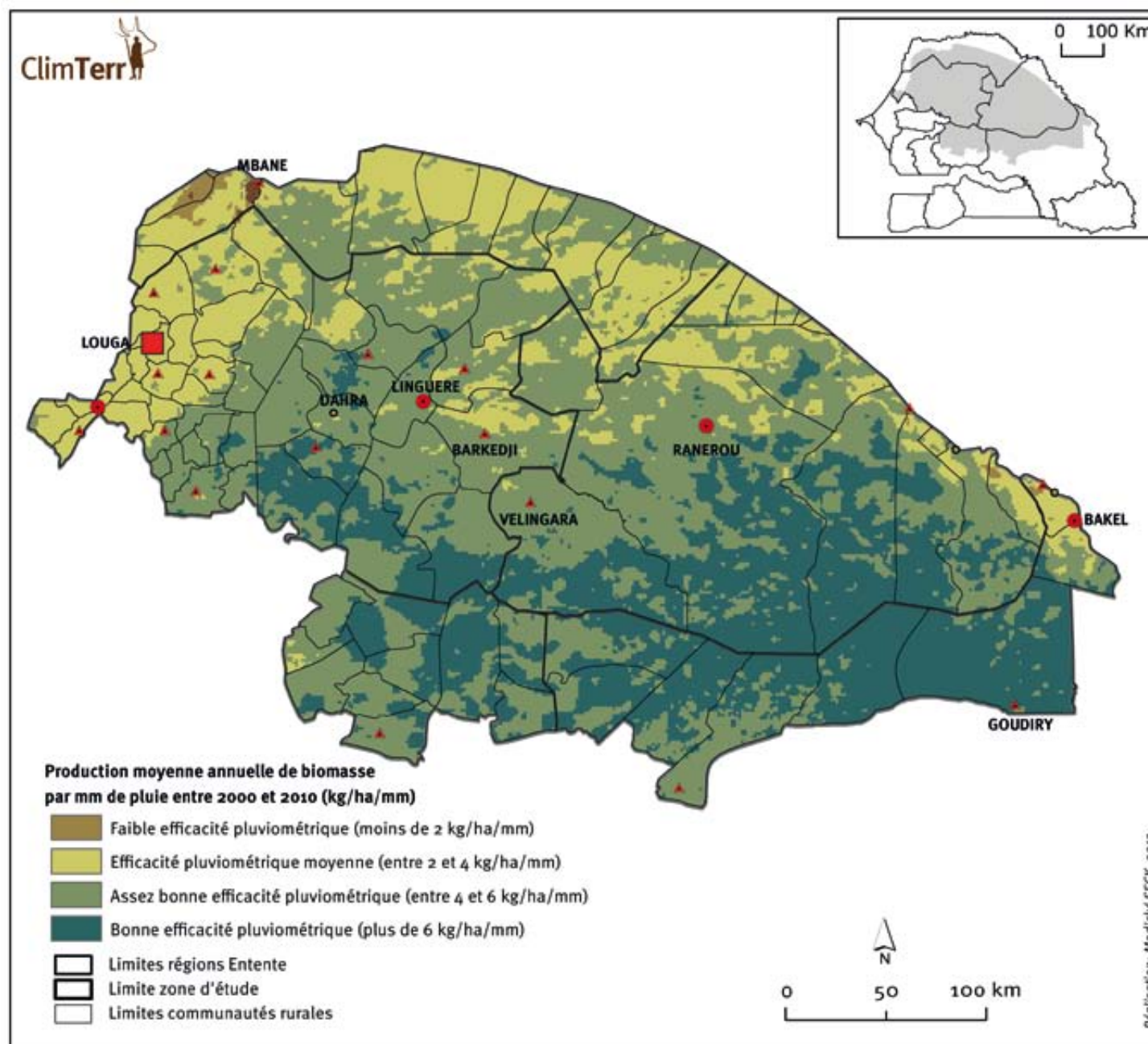
Cette carte ne tient pas compte des débits spécifiques de chaque forage, ni des volumes consommés. Malheureusement, ces informations ne sont pas recueillies au niveau central, et rend difficile leur consolidation à l'échelle du Ferlo.

Le réseau de forages est relativement dense dans le Ferlo. Néanmoins, on observe d'importantes disparités entre Communautés Rurales de l'ouest (Louga), du nord (Saint-Louis) et de Kafrine, et celles du Ferlo Central (Régions de Matam et Tambacounda). Ces dernières constituent pourtant des zones majeures pour les parcours des transhumants, ce qui peut entraîner une surcharge sur les rares forages existants.

En chiffres :

Nombre total de forages fonctionnels au Sénégal en 2010 : **1412** (PEPAM)

Nombre total de forages fonctionnels dans la zone d'étude : **323, soit 23% du total national**



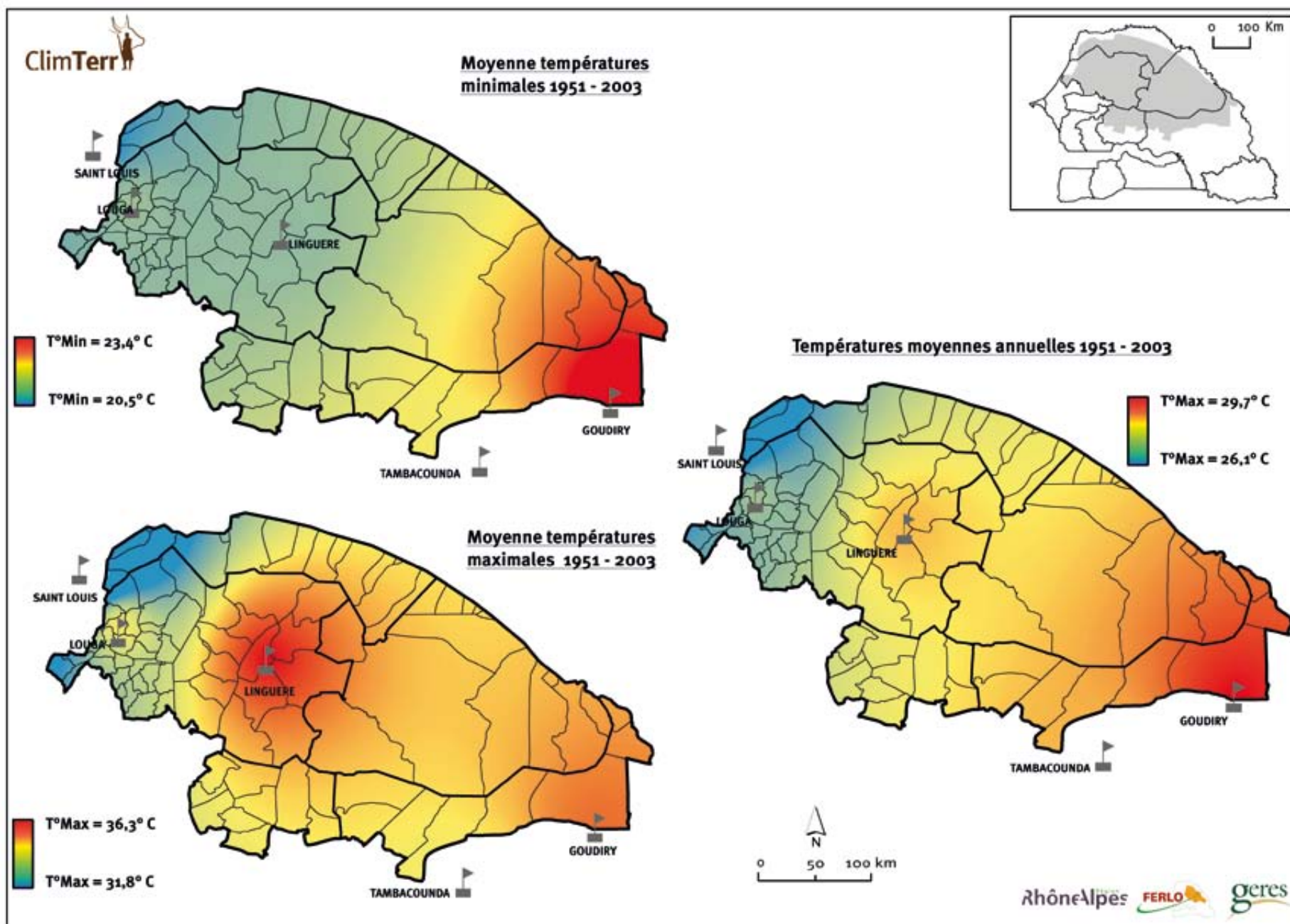
INDICE D'EFFICACITE PLUVIOMETRIQUE DE LA ZONE D'ETUDE ENTRE 2000 ET 2010

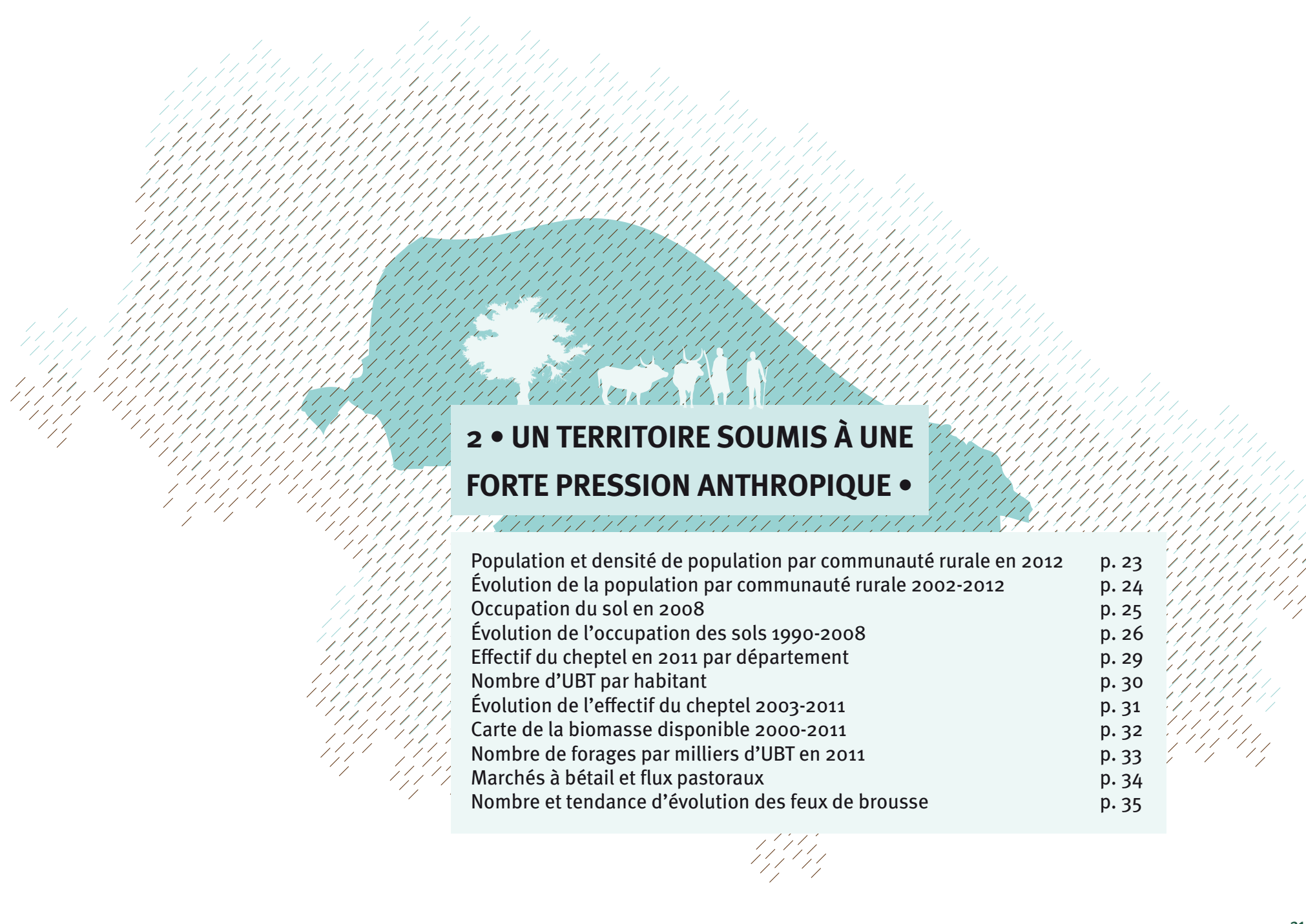
L'indice d'efficacité pluviométrique permet d'estimer les différences de production de biomasse dans des conditions pluviométriques équivalentes. Il est exprimé en kg de matière sèche par hectare et mm de précipitations annuelles.

Si le Ferlo du nord est, sans surprise en raison des faibles précipitations, marqué par une très faible production de biomasse, on constate que le sud de la zone, pourtant plus arrosée (Tambacounda), présente une productivité moyenne limitée. La frange ouest de la zone est elle aussi faiblement productive.

En revanche, le sud de la région de Louga et le nord de Kaffrine affichent une meilleure productivité malgré des précipitations moyennes annuelles inférieures à 450 mm. Les sols sont ici propices à l'arachide cultivée de manière intensive à l'extrême sud de la zone.

Températures annuelles 1951 - 2003





2 • UN TERRITOIRE SOUMIS À UNE FORTE PRESSION ANTHROPIQUE •

Population et densité de population par communauté rurale en 2012	p. 23
Évolution de la population par communauté rurale 2002-2012	p. 24
Occupation du sol en 2008	p. 25
Évolution de l'occupation des sols 1990-2008	p. 26
Effectif du cheptel en 2011 par département	p. 29
Nombre d'UBT par habitant	p. 30
Évolution de l'effectif du cheptel 2003-2011	p. 31
Carte de la biomasse disponible 2000-2011	p. 32
Nombre de forages par milliers d'UBT en 2011	p. 33
Marchés à bétail et flux pastoraux	p. 34
Nombre et tendance d'évolution des feux de brousse	p. 35



Le nettoyage des parcelles arachidières, une pratique néfaste pour la fertilité et le maintien des sols.
© S. Garraud, région de Louga, 2012

Bien qu'elle dispose de potentialités importantes (ressources pastorales, biodiversité), la zone sylvo-pastorale est caractérisée par un processus avancé de dégradation de ses écosystèmes déjà fragiles en raison de la combinaison de la pression des activités socio-économiques (pastoralisme, avancée des terres agricoles et pratiques agricoles non durables, bois de feu) et d'une alternance de cycles de sécheresses et de périodes plus arrosées. Cette dégradation des ressources naturelles pourrait entraîner dans l'avenir des impacts importants sur le développement non seulement du Ferlo, mais également du Sénégal dans son ensemble par répercussion. Le changement climatique viendrait aggraver la situation en augmentant le niveau de complexité auquel les décideurs doivent faire face.

Par exemple, le cheptel de la zone sylvo-pastorale du Ferlo au Sénégal représente plus de la moitié du cheptel sénégalais (pour à peine 15% de la population nationale !). La zone est d'ailleurs la principale aire de production des moutons de la *Tabaski*. La concentration est donc forte et la pression sur les ressources na-

turelles déjà très importante : aujourd'hui, on compte en moyenne 1 bovin pour 8,5 ha (contre 1 pour 24 ha en 1975). Ainsi, la dégradation des sols en raison du stress hydrique et des pertes significatives de la couverture végétale est marquée en fonction de la nature du substrat et de l'intensité de l'exploitation des ressources. Une augmentation de la variabilité inter et intra annuelle de la pluviométrie, voire un retour à des périodes sèches, ainsi qu'une hausse des températures devraient aggraver ces problèmes.

Ceux-ci ne sont pas uniquement dus au climat, mais aussi à la pression anthropique et à des mauvaises pratiques de gestion des ressources naturelles qui viennent impacter directement les ressources fourragères et en eau pour le bétail. Ceci se répercuterait notamment sur les performances des animaux et, à terme, rendrait plus vulnérables les sociétés pastorales contraintes de s'adapter par un déplacement dans les grands centres urbains. Augmentant ainsi les phénomènes de paupérisation des quartiers périphériques des villes sénégalaises.

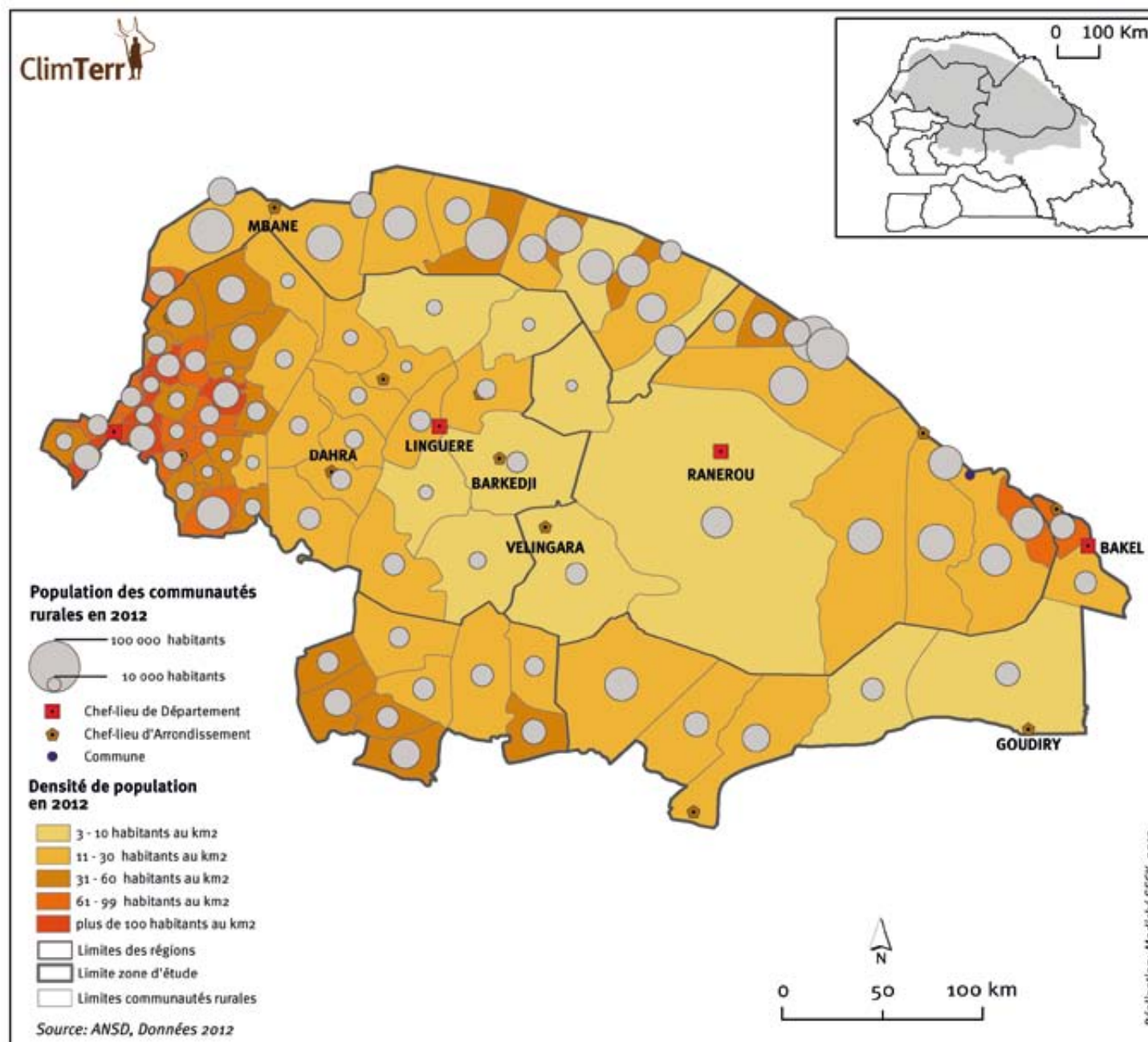
De plus, ces conflits d'usage accentués par une économie pastorale en difficultés auraient de graves répercussions sur les relations socio-culturelles des sociétés de la ZSP. Jusqu'alors, la transhumance répondait de façon traditionnelle à ces problèmes en se présentant comme une stratégie d'adaptation viable dans un milieu fragile. Néanmoins, la précarité des ressources fourragères, le tarissement des nappes phréatiques, la réduction des terres de parcours disponibles

(compte tenu d'un accroissement rapide et anarchique des terres agricoles irriguées, avec des rendements souvent très faibles) et le manque d'encadrement des pouvoirs publics aggravent encore la situation. D'ailleurs, les conflits sont fréquents entre pasteurs transhumants et populations sédentaires, malgré des dispositions prises par les pouvoirs publics.

Outre la meilleure prise en compte de ces problématiques dans la prise de décision des acteurs institutionnels, des solutions existent et ont d'ailleurs déjà été préconisées dans le Plan National d'adaptation. Il s'agirait par exemple de : replanter des essences fourragères, revitaliser le réseau hydrographique, encadrer la pratique des feux de brousse, diversifier les activités par la reforestation ou l'agroécologie, mettre en œuvre des mécanismes d'assurances ou de micro-crédit pour les éleveurs, améliorer la gouvernance des ressources naturelles, etc.



Zone de production arachidière sous *Acacia Albida*, un exemple d'agroforesterie à développer.
© S. Garraud, Sud-Ouest de la ZSP, 2012



POPULATION ET DENSITE DE POPULATION PAR COMMUNAUTE RURALE EN 2012

Avec une population totale de plus de 2 millions d'habitants en 2012, l'Entente interrégionale du Ferlo concentre seulement 15% de la population sénégalaise pour 40% du territoire sénégalais !

Mais on constate que la population du Ferlo est très largement concentrée dans l'ouest de la zone, en bordure de l'axe Saint-Louis/Louga/Kébémér, ainsi qu'au nord, en bordure du Bassin du fleuve Sénégal. Ainsi, les aires des régions de Louga et Saint-Louis incluses dans la zone d'étude accueillent près de deux tiers de la population totale.

Les densités les plus faibles sont observées dans le Ferlo Central, coeur du pastoralisme, ainsi qu'à l'est de Tambacounda, où les superficies des CR sont d'ailleurs beaucoup plus grandes qu'ailleurs.

En chiffres :

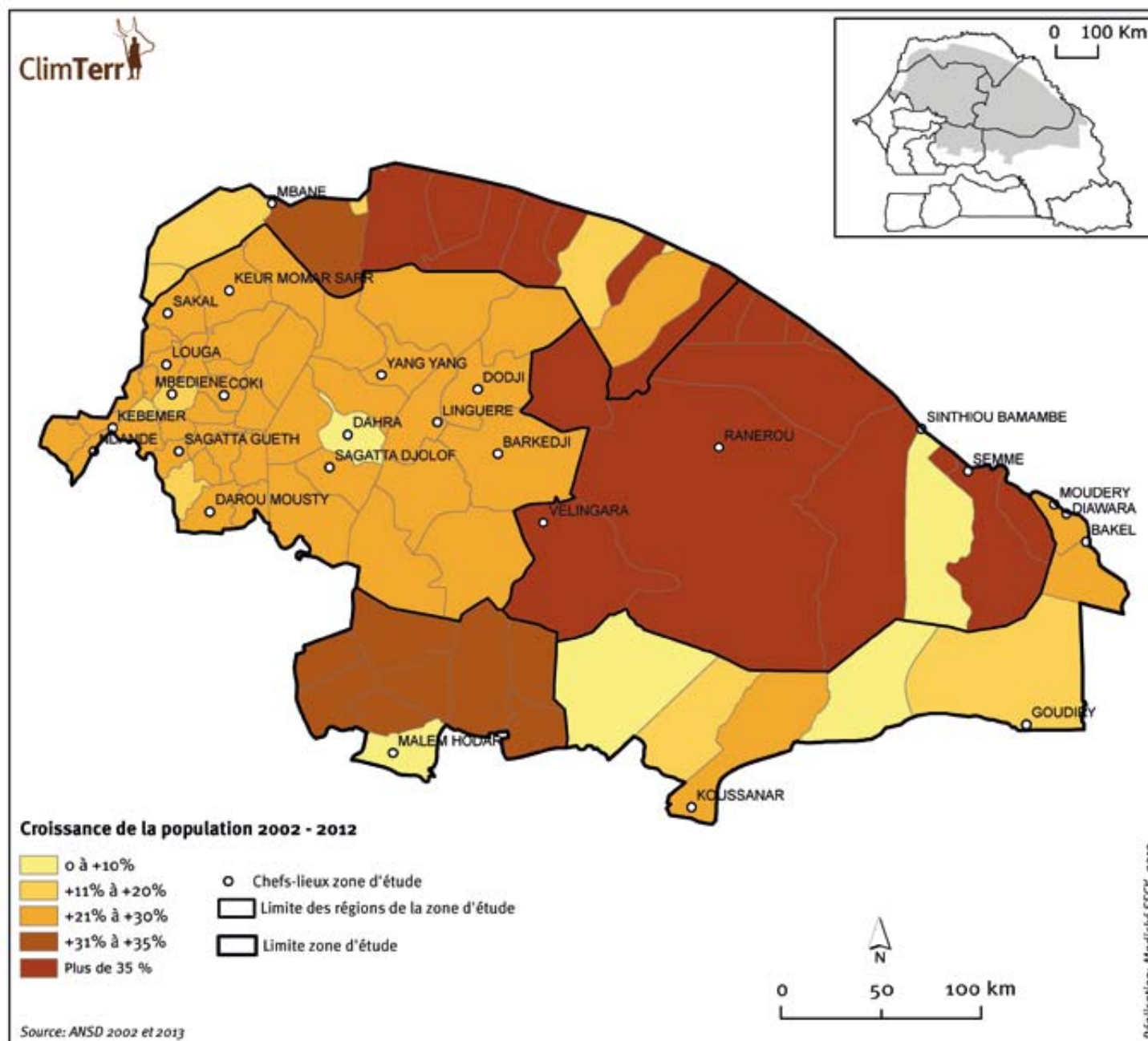
Population totale zone Ferlo : **2.086.673 habitants** (en incluant la population totale des CR du nord de la zone, même si la délimitation retenue n'inclut qu'une portion de leur couverture géographique)

Superficie totale zone Ferlo :

78.600 km²

Densité zone Ferlo : **26 hab/km²**

Densité Sénégal : **69 hab/km²**



UNE POPULATION EN FORTE CROISSANCE ENTRE 2002 ET 2012

Cette carte représente l'évolution de la population par communauté rurale de la zone d'étude entre 2002 et 2012. Les données utilisées sont celles de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD).

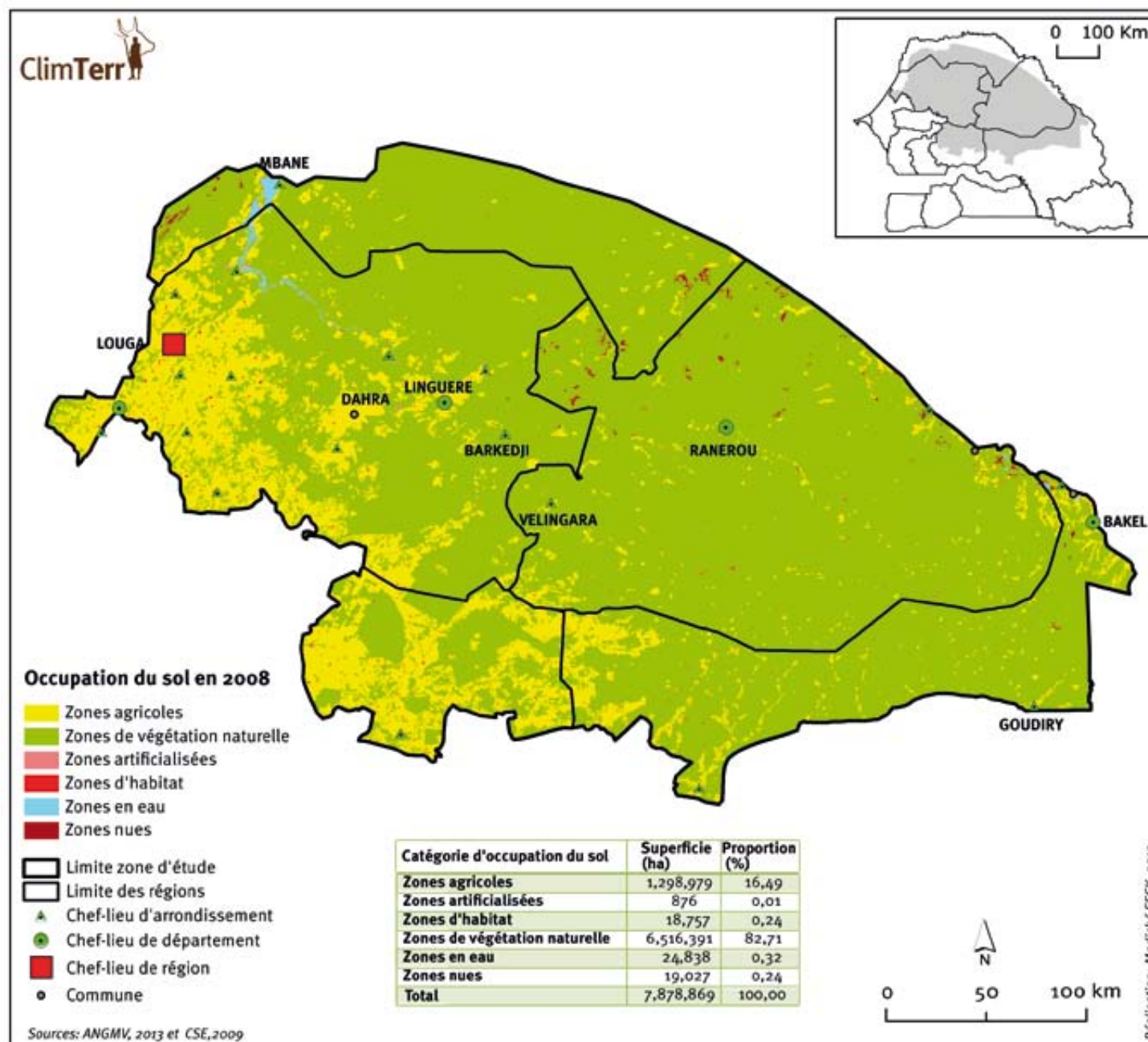
D'une manière générale, la population de l'Entente interrégionale connaît une forte croissance de 2002 à 2012. En effet 65% des Communautés Rurales ont vu leur effectif augmenter de 20 à 30%. Les effectifs des Communautés Rurales de Sinthiou Mamadou Boubou et Sinthiou Bocar Aly sont restés relativement stables pendant cette période.

Les fortes évolutions dépassant 30 % sont enregistrées dans les communautés rurales de la région de Matam, Kaffrine et de Saint-Louis (département de Podor). Une des explications de cette évolution pourrait être liée au développement d'activités économiques (agricoles surtout).

On constate néanmoins que cette croissance démographique est plus limitée que pour le Sénégal, compte tenu d'importantes migrations dans les grands centres urbains (Dakar : +64% sur la même période).

En chiffres:

Croissance moyenne de la population de la zone d'étude 2002-2012 : **+25%**
Croissance Sénégal : **+43%** (dont 1/3 porté par la croissance de l'agglomération dakaroise).



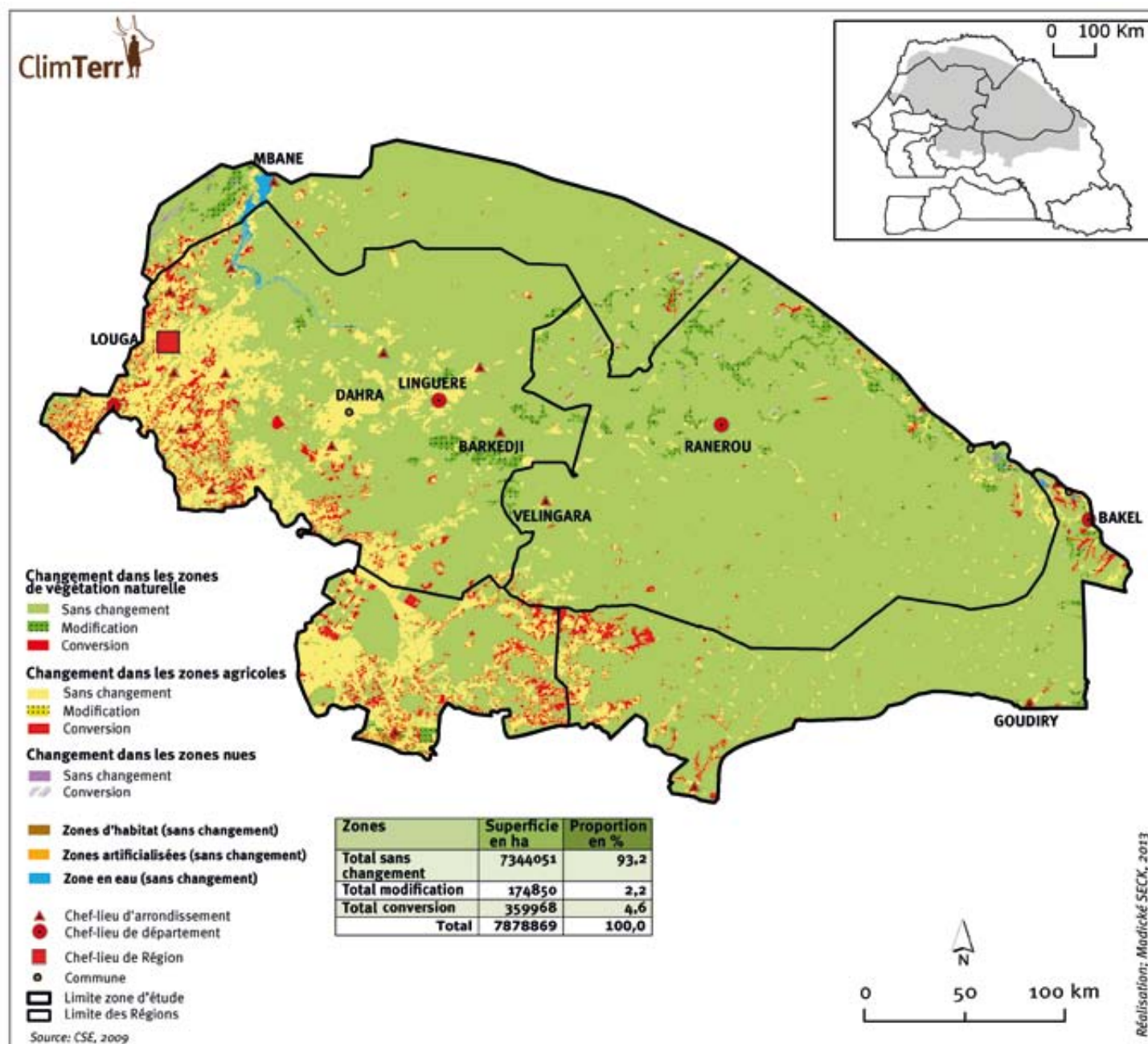
OCCUPATION DU SOL DE LA ZONE D'ETUDE EN 2008

La zone d'étude est en 2008 un espace majoritairement rural avec une relative homogénéité de l'occupation du sol, ici regroupée en 6 classes.

Les zones de végétation naturelle (majoritairement de la savane arbustive) couvrent la quasi-totalité du territoire, soit 82%. Sur la partie est, on note une végétation forestière de type savane arbustive à arborée, relativement plus dense que les formations à l'ouest.

Viennent ensuite les zones agricoles avec 16% des terres, très largement concentrées dans une moitié Sud-Ouest de la zone, sur les sols sableux du Ferlo.

Les zones artificialisées (routes, etc.), les zones d'habitat et les zones en eau n'occupent qu'une infime partie de cette aire géographique avec respectivement 0,01%, 0,3%, et 0,2%.



« Les politiques en faveur de l'élevage [...] [ont eu pour constante de] viser une sédentarisation des pasteurs, ou en tous cas un contrôle et une restriction de leur mobilité. Dans le Ferlo, la constitution d'un dense réseau de forages à partir des années 1950, la création de ranchs, ou encore l'organisation d'Unités Pastorales (UP) [...] y contribuèrent. »

Source : Cesaro JD, Magrin G. et Ninot O., Atlas de l'élevage au Sénégal, Commerce et territoires, Publication du projet de recherche ATP Icare, 2009, p.5

L'élevage pastoral au cœur du Ferlo

L'élevage pastoral constitue l'activité dominante du Ferlo et cet espace est central dans les stratégies de mobilité des pasteurs dans leur recherche de ressources pour leurs troupeaux. Le Ferlo, de fait, constitue un enjeu stratégique pour tout le Sénégal, dans la mesure par exemple où le Ferlo produit 42% des bovins consommés à Dakar !

Ces systèmes de productions sont confrontés à l'heure actuelle à de nombreux défis, qu'ils soient :

- socio-économiques : croissance de la population [+25% entre 2002 et 2012], internationalisation des marchés, augmentation de la taille des troupeaux [+18% entre 2003 et 2011], du fait d'une explosion de la demande en viande dans les centres urbains en forte expansion ;
- agroécologiques : tarissement de ressources hydriques, déboisement, surpâturage [on compte en moyenne 1 bovin pour 8,5 ha (contre 1 pour 24 ha en 1975)] et dégradation de la disponibilité fourragère ;
- ou encore institutionnels : décentralisation non accompagnée de moyens suffisants.

L'exacerbation de ces défis est actuellement accentuée par des changements globaux, et notamment climatiques. Dans un contexte de rareté des ressources, la compétition des usages est accentuée et peut aboutir à des conflits graves. Elle entrave aussi la mobilité des troupeaux, qui



L'élevage ovin, un commerce lucratif et en pleine expansion pour la fête du mouton.
© S. Garraud, région de Louga, 2012

est un vecteur essentiel de l'adaptation à la variabilité climatique sahélienne.

Les pasteurs n'étant guère freinés par les frontières nationales, le risque de conflits transfrontaliers n'est pas non plus négligeable en cas de crise.

Le bétail, en tant que stock et épargne, constitue en lui-même une stratégie d'ajustement fortement valorisée par les populations du Ferlo puisqu'il leur permet de générer des revenus en cas de crise et d'assurer la subsistance. La mise en œuvre de ces stratégies familiales dépend, bien évidemment, de l'accessibilité aux marchés.

Note importante sur la cartographie de l'élevage pastoral

Cartographier l'élevage dans le Ferlo n'est pas chose facile.

D'une part en raison de l'absence d'un recensement national du cheptel, ce qui peut poser des problèmes de double comptabilité dans un contexte d'élevage transhumant.

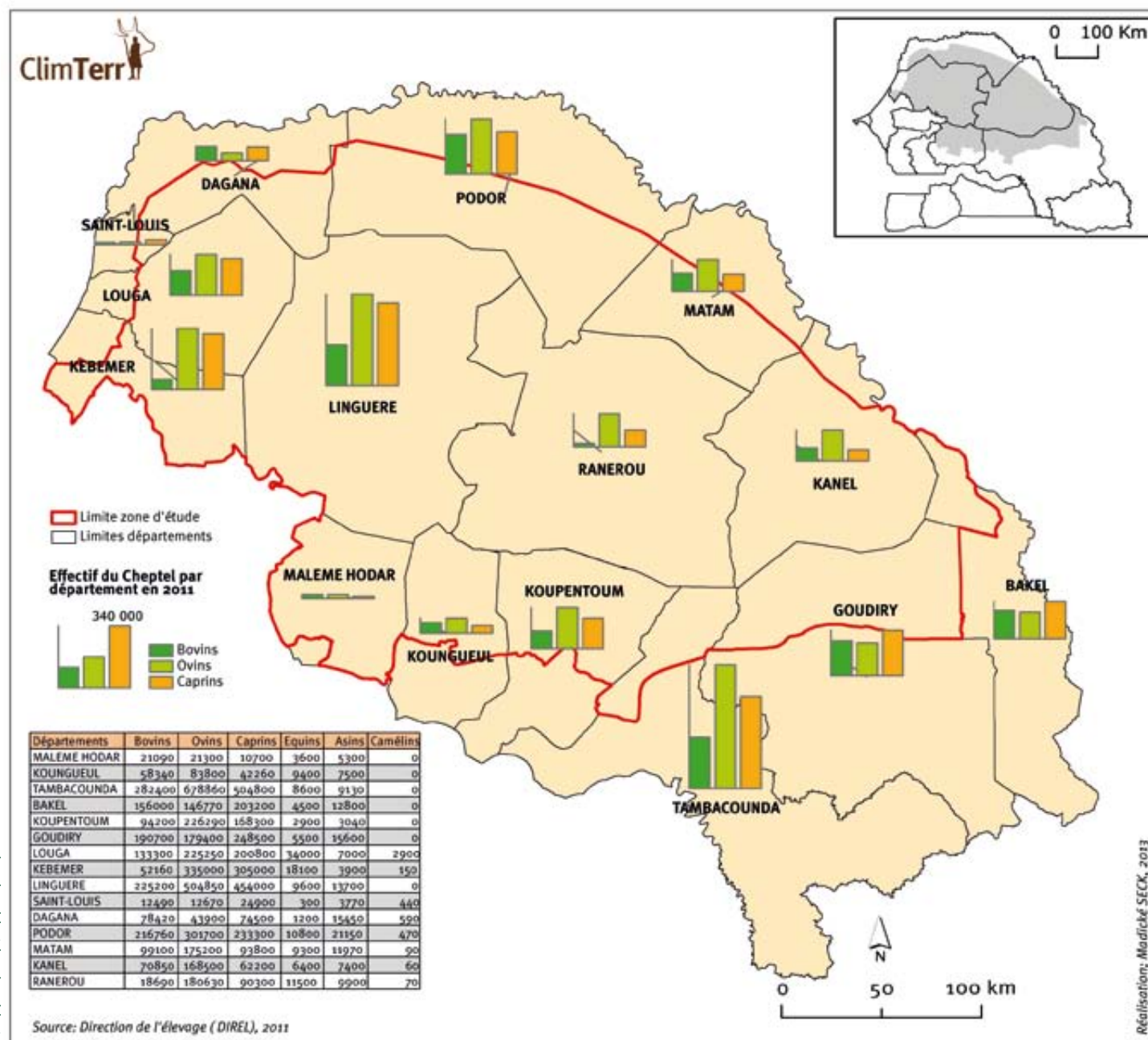
D'autre part, cartographier l'élevage pastoral revient aussi et surtout à cartographier les flux des hommes et des animaux. Des cartographies de flux pastorales existent, mais ne sont pas nécessairement liées à des trajets réellement effectués par les troupeaux. Or, dans un contexte de rareté des ressources, de problèmes récurrents lié au foncier et au grignotage des activités agricoles sur l'espace pastoral, des études très fines des itinéraires pastoraux seront, à l'avenir, primordiales. Plusieurs travaux de recherche ont été menés, à partir notamment d'enquêtes de mobilité autour des forages (voir à ce sujet les indicateurs spatialisés de mobilité proposés par Leclerc et Sy en 2011 et dont les propositions pour mesurer «l'intensité de présence» sont très prometteuses). Toutefois, ils restent expérimentaux et limités à certaines portions du Ferlo. Un tel chantier, que seule la recherche peut mener, n'est pas ici notre ambition.

Plusieurs études, dont le très complet «Atlas de l'élevage au Sénégal » publié par le CIRAD, sont allées plus loin dans cette cartographie, avec notamment l'identification des flux pastoraux. Nous reprenons ici une partie des travaux réalisés dans ce cadre.



Les forages du Ferlo, une infrastructure pastorale vitale pour l'élevage en ZSP.
© S. Garraud, Widou-Thiengoly, 2012

Aussi, nous avons limité l'exercice cartographique à des variables simples présentant des caractéristiques de l'élevage dans le Ferlo (cheptel, densité de bétail, nombre d'UBT/habitant, biomasse disponible, forages disponibles, etc.) à une échelle relativement petite. L'objectif est ainsi de mettre en exergue les contrastes du territoire du Ferlo, dans une logique de gestion concertée de l'espace.

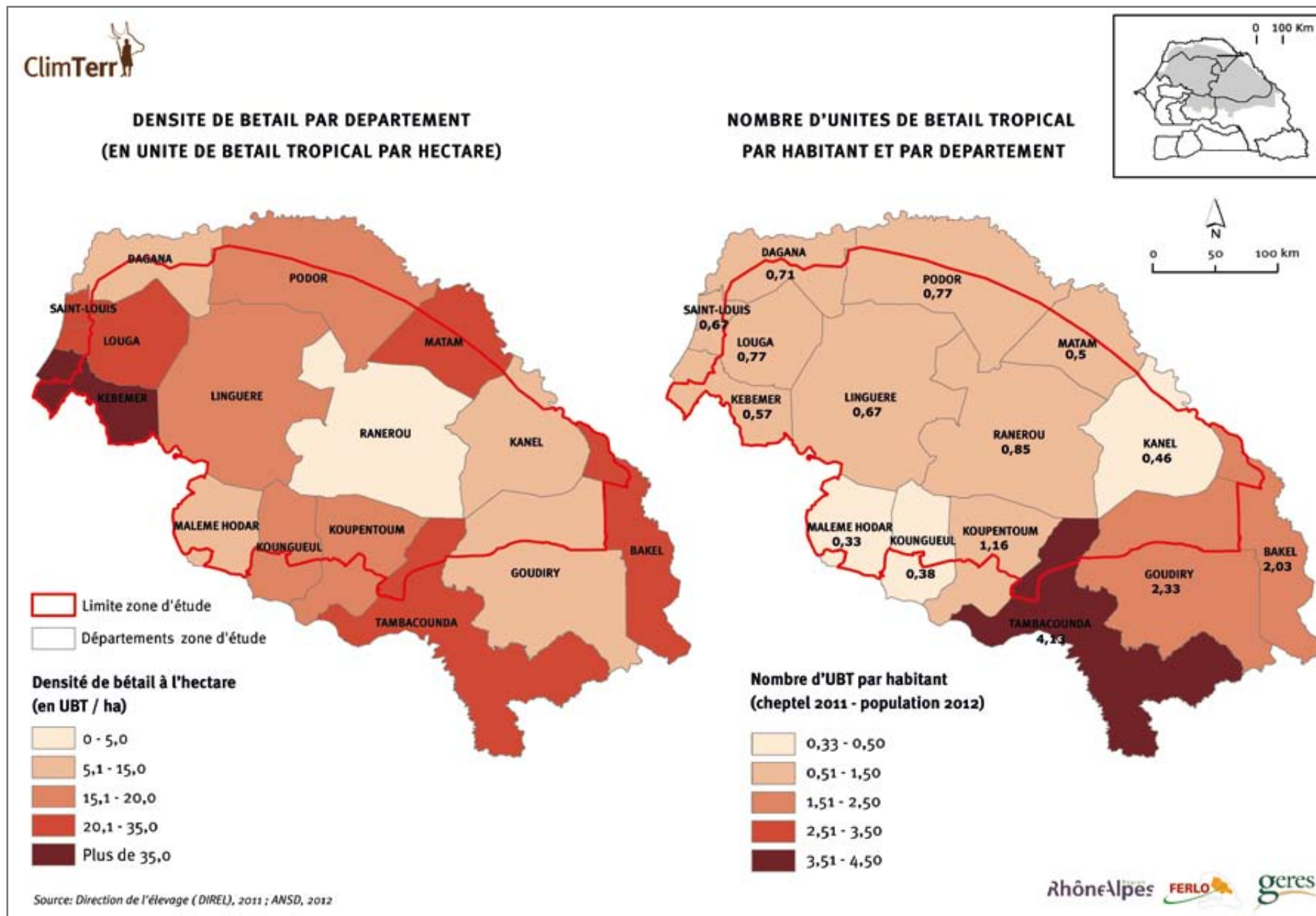


EFFECTIF DU CHEPTEL PAR DEPARTEMENT EN 2011

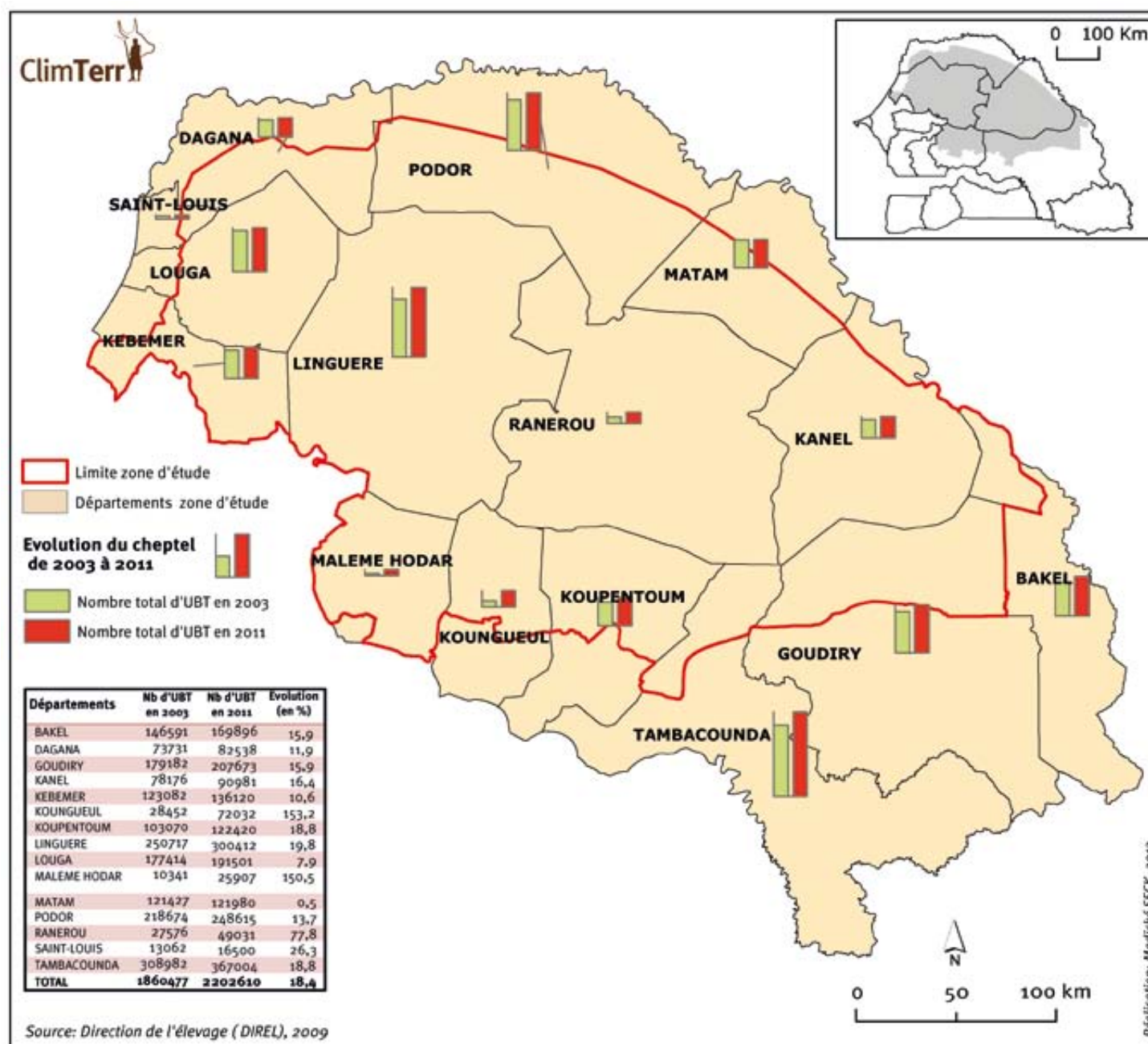
La dynamique de croissance du cheptel a été maintenue malgré un contexte marqué par de fortes variabilités climatiques et leurs conséquences sur la disponibilité limitée des ressources végétales : il est passé de 6,8 millions à 8 millions de têtes entre 2003 et 2011, soit une croissance de +18%. Cette hausse concerne principalement l'élevage des petits ruminants qui est devenu une activité majeure des pasteurs compte tenu d'un marché de la tabaski en pleine expansion. Le Ferlo, de fait, constitue un enjeu stratégique pour tout le Sénégal, dans la mesure par exemple où il y est produit 42% des bovins consommés à Dakar !

Les différentes politiques menées dans ce secteur (hydraulique pastorale, production de fourrage, développement de la recherche vétérinaire, etc.) ont favorisé la croissance du cheptel, notamment ovin (+20%) et caprin (+23%). En revanche, on constate une progression plus lente du cheptel du gros bétail : par exemple la croissance du cheptel bovin a été limitée à +7,5%. Une des explications repose sur le mode de conduite du troupeau suite aux pertes successives, aux années déficitaires en ressources végétales et à la plus faible robustesse du cheptel bovin dans des conditions difficiles, ainsi qu'à l'évolution du marché où la demande en moutons est importante (approvisionnement du marché de Dakar).

Densité bétail et nombre d'UBT par habitant



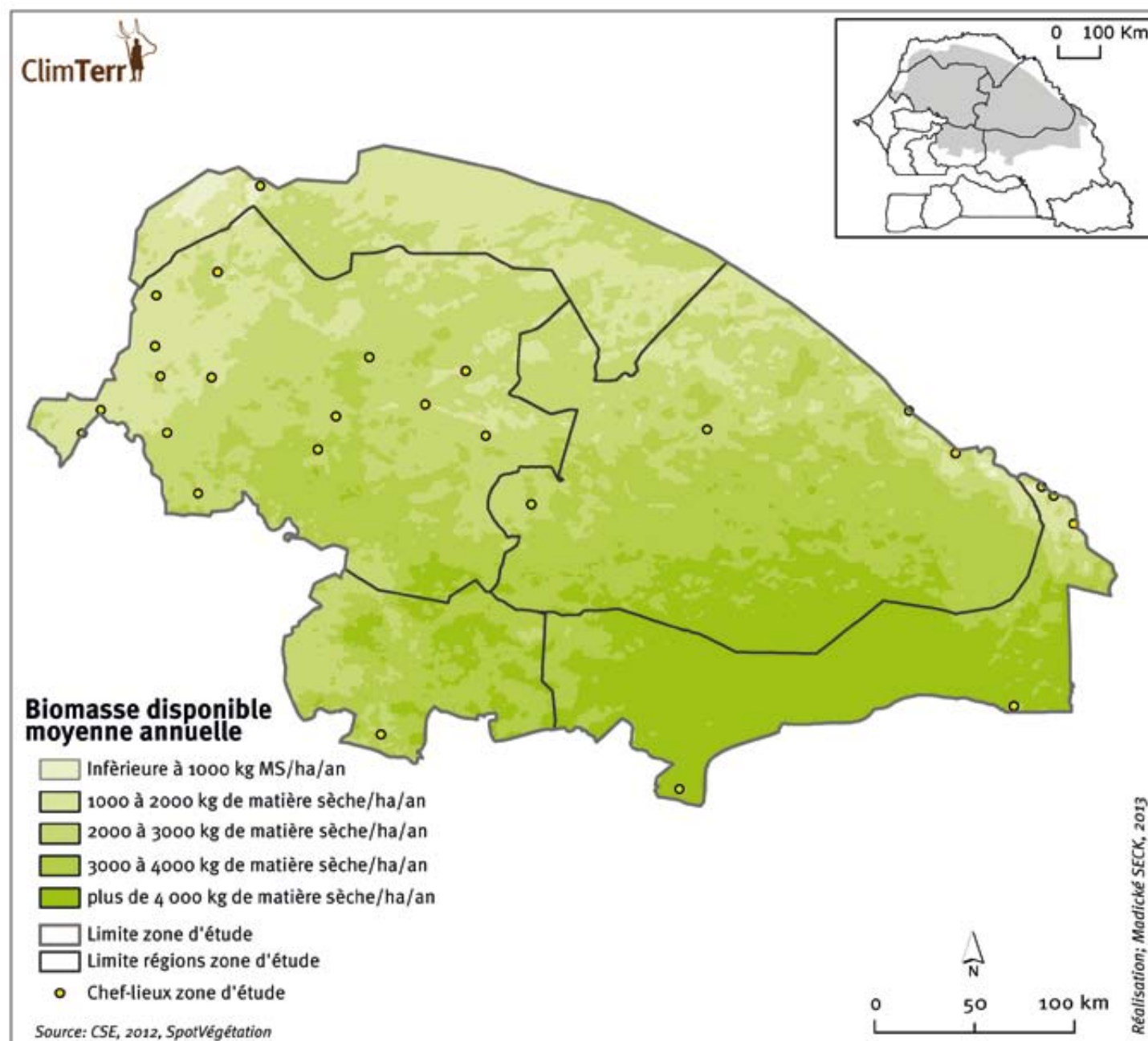
Évolution effectif du bétail 2003-2011



EVOLUTION DU CHEPTEL ENTRE 2003 ET 2011 PAR DEPARTEMENT

L'évolution du cheptel converti en Unité de Bétail Tropical (UBT, qui correspond à une unité théorique d'un animal de 250 kg) montre une progression de 18,4% de l'effectif entre 2003 et 2011 avec respectivement 1,8 et 2,2 million d'UBT. Des conditions favorables à l'élevage, notamment un retour à de bonnes conditions pluviométriques (les mesures de protection sanitaire, la multiplication des forages, etc.) ont favorisé cet accroissement. L'augmentation des charges engendre aussi des impacts sur les écosystèmes pastoraux surtout dans un contexte où la transhumance est limitée par de multiples contraintes et substituée par une complémentarité en aliments bétails. Par contre, le risque est élevé lorsque nous considérons la probabilité forte d'une sécheresse future. La mémoire collective de réponse à ce type de risque se perd, et les transhumances vers d'autres territoires ne pourront plus permettre la sauvegarde de l'ensemble du cheptel. La vulnérabilité des petits éleveurs face au risque climatique est bien réelle car ils n'auront pas la capacité économique de résister à ce choc.

Carte de la biomasse disponible 2000-2011



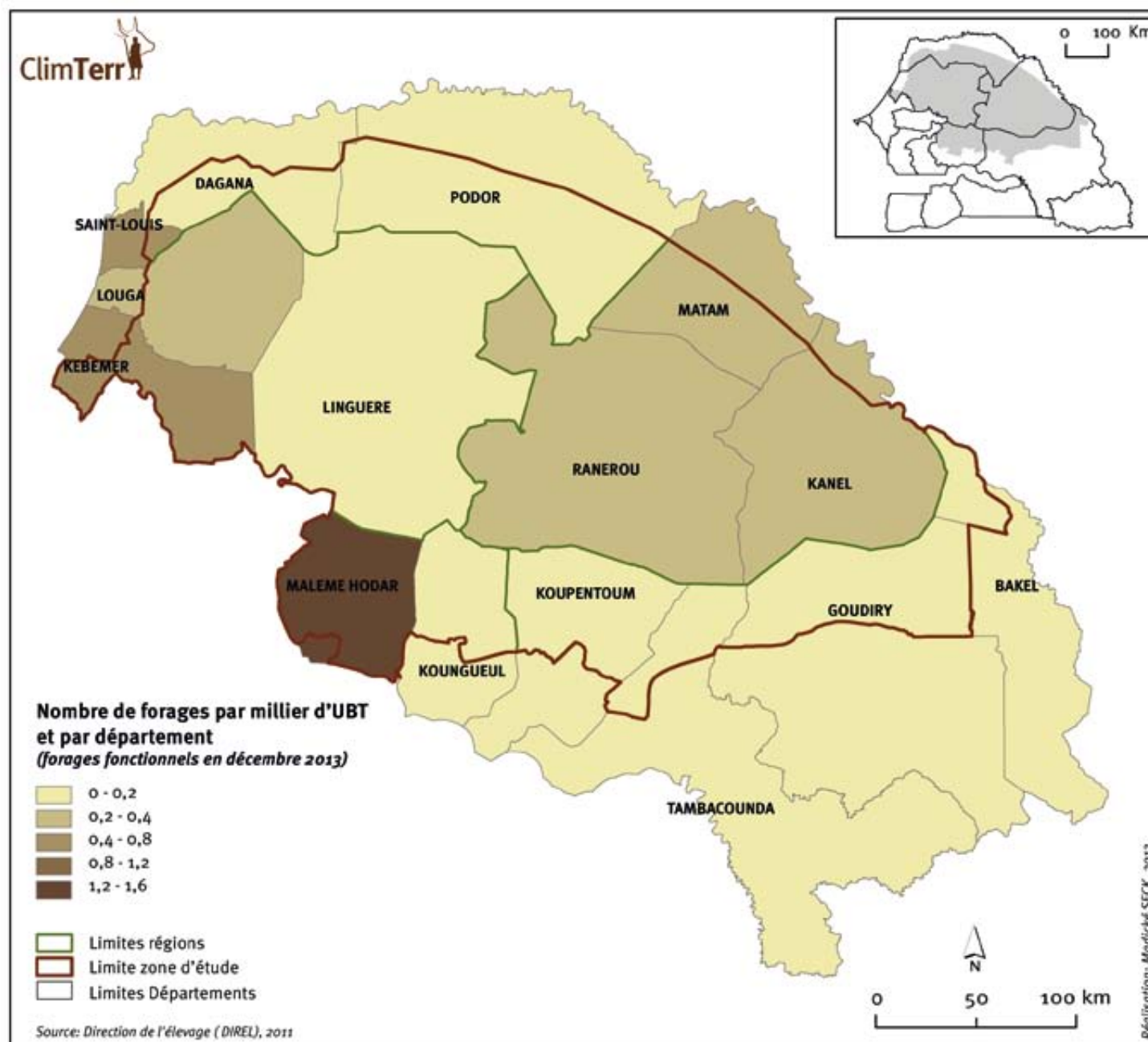
DISPONIBILITE MOYENNE ANNUELLE ESTIMEE DE BIOMASSE ENTRE 2000 ET 2011

La disponibilité du fourrage est un facteur important pour la survie du bétail. Les précipitations de la saison des pluies conditionnent fortement cette disponibilité en saison sèche et les mouvements de transhumance.

Cette carte d'estimation de la biomasse moyenne annuelle disponible entre 2000 et 2011 en saison des pluies (mai à octobre) est issue des données SpotVégétation et de mesures sur le terrain des quantités de biomasse produite (herbacée et ligneuse en kg.ms/ha) au niveau de 17 sites. Si la quantité disponible de fourrage ne présume pas de sa qualité (appétibilité), cette mesure permet d'identifier les zones à plus faible potentiel fourrager. Celles-ci sont situées au Nord du Ferlo, où les précipitations moyennes sont plus faibles. Les aires de transhumance en saison sèche se situent au Sud-Est de la zone, principalement dans la région de Tambacounda.

A noter que cette disponibilité s'inscrit dans un contexte relativement plus humide dans la décennie 2000-2010 par rapport à la pluviométrie normale rencontrée dans la zone. Il est à noter que les zones disposant le plus de biomasse en saison sèche ne sont pas celles qui concentrent les plus importants effectifs de bétail (cf. carte p.30), selon les statistiques départementales disponibles.

Nombre de forages par milliers d'UBT en 2011



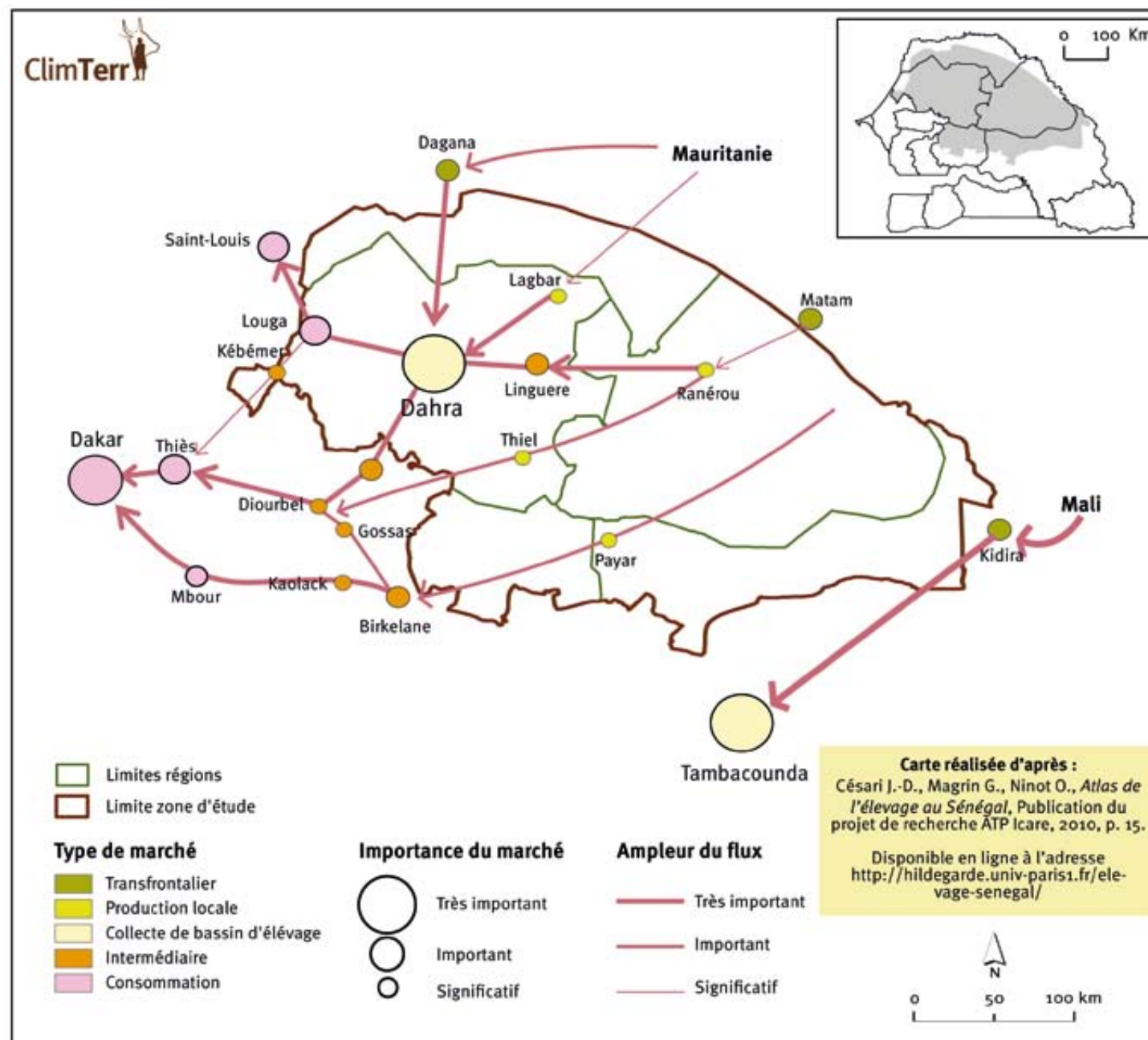
NOMBRE DE FORAGES PAR MILLIER D'UBT ET PAR DÉPARTEMENT

La réalisation d'un réseau de forages à partir des années 1950 avait pour objectif de restreindre la mobilité des pasteurs, de façon notamment à intensifier la production. De fait, ces nouvelles ressources ont entraîné la réduction des mouvements de transhumance vers le lac de Guiers et le *Walo* (Vallée du fleuve Sénégal). Ils ont aussi permis à plusieurs campements, voire hameaux, de s'installer au cœur du Ferlo Central (réserve sylvo-pastorale des 6 forages), entraînant souvent une surexploitation des ressources locales. Les situations de crise (sécheresse de 1972-1973) ont révélé les limites de cette politique de sédentarisation. Les pasteurs ont alors commencé à se redéployer dans le bassin arachidier plus au sud.

De nouvelles approches sont ainsi désormais testées pour à la fois intensifier la production et limiter la pression sur les ressources naturelles. Par exemple, les 20 Unités Pastorales (UP), mises en place dans le cadre du Projet d'appui à l'élevage, intègrent dans des règles collectives de gestion (pâturages, intrants, accès à l'eau, etc.) l'ensemble des campements dans un rayon de 20 km autour d'un forage.

Source: Césari et al., 2010

Carte des marchés et flux pastoraux dans le Ferlo



MARCHÉS ET FLUX DE BÉTAIL SUR PIED AU FERLO

La filière commerciale de bétail sur pied s'appuie sur un réseau hiérarchisé et dense de lieux marchands.

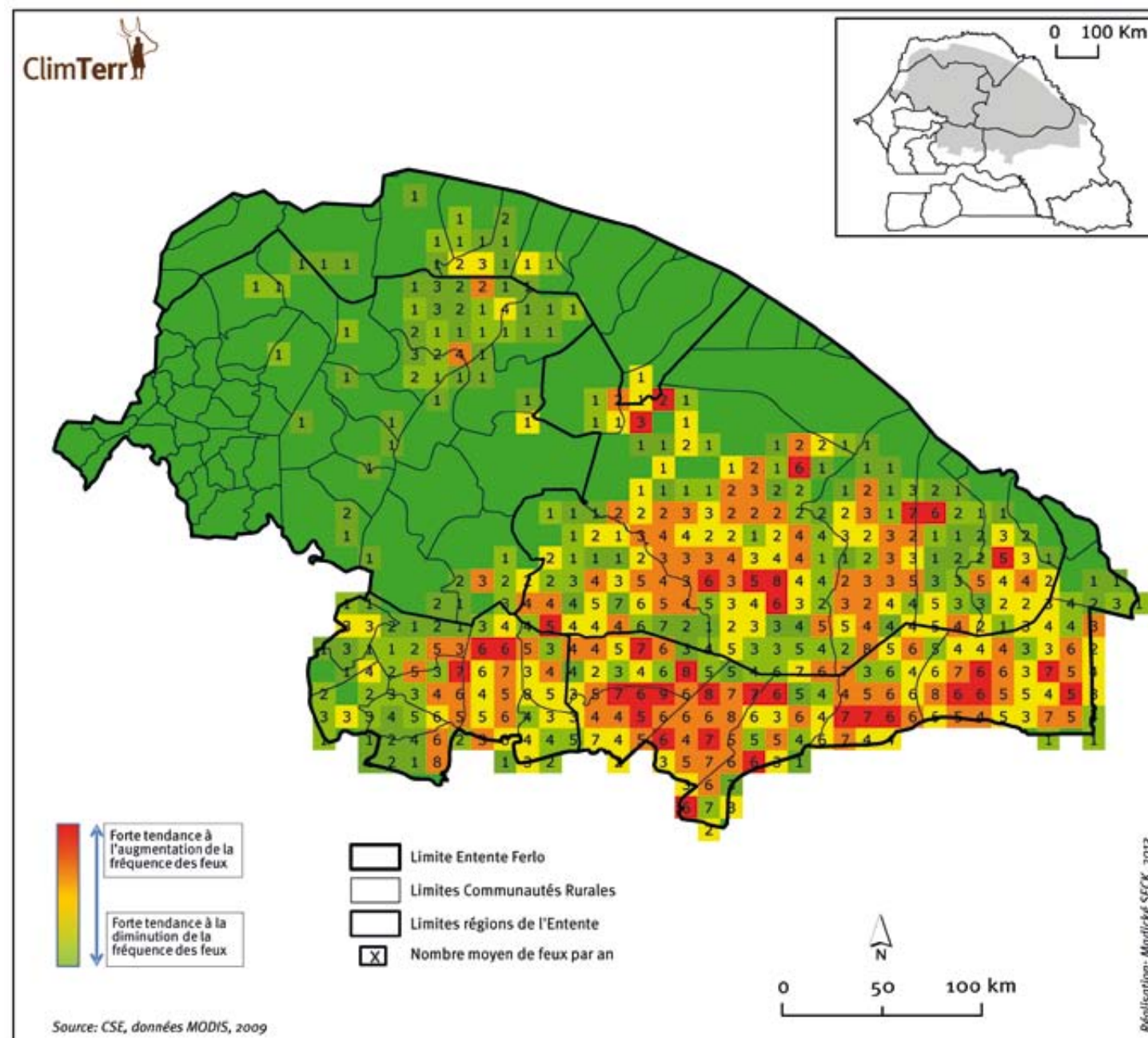
« Les marchés ruraux hebdomadaires sont les lieux de collecte primaire, au plus près des producteurs. D'autres marchés hebdomadaires ou permanents occupent des fonctions de regroupement et de redistribution des animaux vers les principaux centres urbains de consommation. Dahra et Tambacounda toute l'année, Birkelane pendant la *Tabaski*, sont les principaux relais au niveau national.» Dahra polarise d'ailleurs des flux importants venus non seulement du Ferlo, mais aussi de Mauritanie et du Mali.

« Tambacounda abrite le deuxième plus important marché à bétail du pays. » Il polarise les animaux du sud-est du Ferlo, mais aussi les éleveurs maliens et mauritaniens transitant par la région de Kayes. Les importations représenteraient environ 10% du marché, avec toutefois des pics lors de la *Tabaski*. Cette part tendrait à augmenter.

« Dans les grandes villes, les marchés terminaux sont les lieux d'approvisionnement des abattoirs, bouchers, dibiteries [...] et aussi des particuliers. »

La plupart des flux du Ferlo convergent vers Dakar, qui absorbe près de la moitié de la consommation de viande du Sénégal.

Source: Césari et al., 2010



**3 • UNE ZONE DÉJÀ AFFECTÉE
PAR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES •**



L'abreuvement du bétail, variable clé dans la conduite des troupeaux.
© S. Garraud, Widou-Thiengoly, 2012

Synthèse du risque climatique en zone sylvo-pastorale du Ferlo

L'économie locale de la ZSP dépend étroitement du climat et de ses variations. De ce fait, la variabilité et les changements climatiques (CC) constituent une menace sérieuse pour le développement agro-sylvo-pastoral de cette zone. Partant de ce constat, l'ONG GERES, à travers une approche communautaire et territoriale, cherche à accroître les capacités de résilience aux changements climatiques des systèmes naturels et humains. C'est dans ce cadre qu'il faut inscrire l'étude climatique de la ZSP (Sarr B., 2012, *Etude du risque climatique en zone sylvo-pastorale du Ferlo*, ONG GERES, 49p.), réalisée par un climatologue d'Agrhymet, qui a pour objectif d'identifier les risques climatiques actuels et futurs dans la zone, les impacts sur les systèmes agro-sylvo-pastoraux, de déterminer le niveau de vulnérabilité des systèmes.

L'étude climatique, dont les principaux résultats sont retranscrits ici, s'appuie sur les données de pluviométrie et de température journalières observées au cours des 50 voire 60 dernières années dans six stations météorologiques du Ferlo et des méthodes d'analyses statistiques robustes (test de Man Kendall de la tendance, test de Pettitt de rupture dans les séries chronologies, test de comparaisons des moyennes entre deux sous-périodes d'une série chronologique, analyse des probabilités d'occurrences des phénomènes extrêmes, analyse de la précocité ou tardivité des saisons et de la longueur des saisons agricoles), etc.

Elle s'appuie également sur les données prédites de précipitations et de température par les modèles couplés Océan Atmosphère du GIEC qui ont permis de générer les scénarios d'évolution (scénarios B1, A1B et A2) des températures et des précipitations à l'horizon 2025 et 2090.

Il est à noter que les principaux résultats concordent avec les derniers travaux du GIEC qui notent notamment pour l'Afrique de l'Ouest et le Sahel :

« [...] En raison de l'incapacité des modèles numériques à capter les systèmes convectifs de manière adéquate, le niveau de confiance est bas concernant les projections de sécheresse et d'humidité en Afrique de l'Ouest. Mais en raison de la capacité des modèles à capter la tendance générale pour la mousson, il y a une confiance moyenne dans les projections de léger retard pour la saison des pluies, avec une augmentation vers la fin de la saison. [...] »

« [...] Le début de la saison des pluies en Afrique de l'Ouest est un paramètre clé qui déclenche des changements dans la végétation et les propriétés de surface qui impliquent des retours vers la chaleur atmosphérique locale et le cycle d'humidité. La longueur et la fréquence des périodes sèches ainsi que l'amplitude des précipitations accumulées pendant la saison jouent également un rôle. Tout est impacté par une grande variabilité inter-annuelle (Janicot et al., 2011). [...] »

« [...] Les projections prévoient une baisse des précipitations au début des saisons, entraînant un léger retard dans le démarrage de la saison des pluies principale, mais elles prévoient une augmentation de ces précipitations vers la fin de la saison, entraînant une intensification des pluies tardives (d'Orgeval et al., 2006). [...] »

« [...] Il est très probable que l'ensemble de l'Afrique continuera de se réchauffer au cours du 21^e siècle. » [...] »

L'étude a permis d'identifier cinq grands risques climatiques majeurs pour le développement des activités agropastorales de la zone sylvo-pastorale. Les trois premières menaces rendent de plus en plus aléatoire et/ou difficile la planification agricole.

1 / La variabilité accrue des précipitations et de ses caractéristiques (nombre de jours de pluie, date début, longueur saison) qui s'est traduite par une brusque alternance d'années humides et sèches au cours des 20 dernières années (figure 1), même si l'on assiste depuis le milieu des années 1990 à de meilleures conditions pluviométriques au Sahel.

Si les modèles climatiques peinent à s'accorder sur le niveau des précipitations moyennes annuelles futures (de -20% à +20% selon les modèles à horizon fin de siècle), il fait désormais consensus que le défi majeur à l'avenir consistera dans la croissante variabilité intra et interannuelle des précipitations.

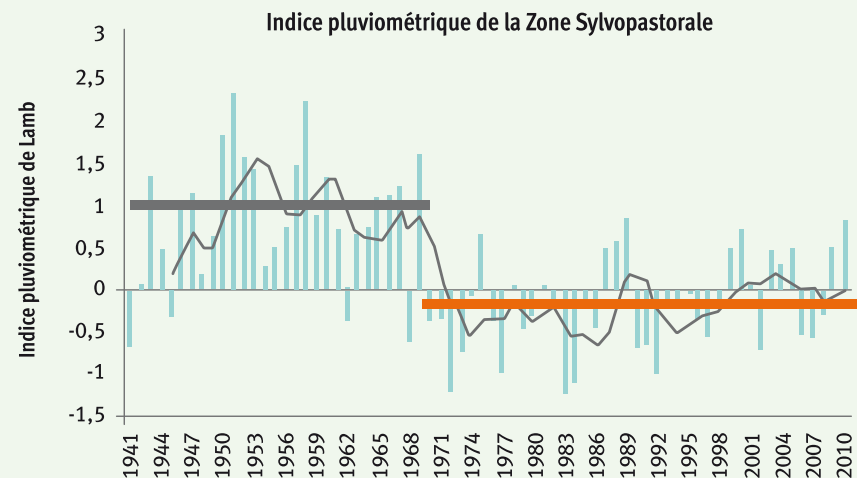
2 / Une saison des pluies écourtées dans la zone (avec une longueur actuelle < 40 – 50 jours dans le nord de la zone ; de 60 jours dans le centre et de 90 jours environ dans le sud) corrélativement au retard de l'installation de la saison des pluies de 10 à 20 jours.

3 / L'augmentation des occurrences des séquences sèches pouvant survenir à tout moment dans l'espace et le temps.

4 / La tendance à la hausse des pluies maximales cumulées en 3 jours consécutifs, hausse qui pourrait s'accroître au regard des conclusions du GIEC sur le changement climatique et engendrer des dégâts et pertes importants sur les systèmes socio-économiques (cultures, infrastructures) et humains.

4 / La hausse actuelle sans équivoque des températures observées (hausse qui dépasse + 1 °C sur les séries chronologiques non normalisées), l'augmentation significative du pourcentage de nuits et de jours chauds (en particulier autour de Linguère) ainsi que la hausse prédite des températures à l'horizon 2020 - 2029 (de 1 à 1,5°C) et de 3 à 4,5 °C à l'horizon 2090 - 2099 engendrerait des situations de stress thermiques sévères pouvant handicaper sérieusement la productivité végétale (évapotranspiration accrue) et animale.

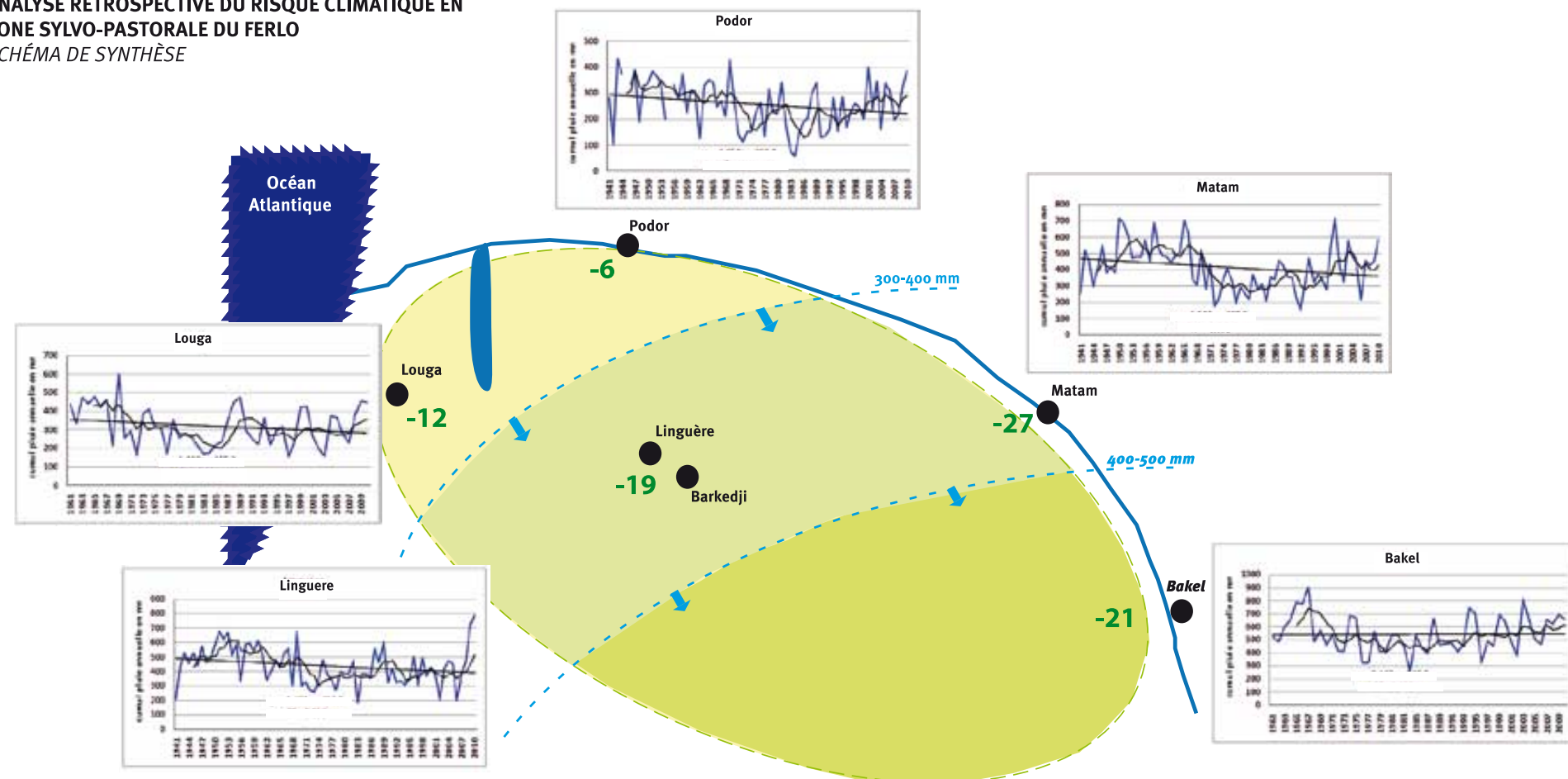
Source : Sarr B., 2012, *Etude du risque climatique en zone sylvo-pastorale du Ferlo*, ONG GERES, 49p.



Évolution interannuelle de l'indice pluviométrique dans la zone sylvo pastorale (construit à partir de toutes les stations météorologiques étudiées)

L'indice global de la longueur de la saison des pluies se caractérise par une tendance générale à la baisse corrélativement à la tendance à des installations tardives de la saison et à la précocité de la fin de la saison de pluies. Avant 1969, les longueurs étaient supérieures à 110 jours dans le Sud (Bakel), autour de 80 à 90 jours dans le centre Linguère, Barkedji, Matam, et moins de 55 jours dans le Nord (Louga Podor). Après 1969, les longueurs ont baissé en moyenne de 12 à 25 jours environ dans la zone agricole de la ZSP. Au cours des décennies 90 et 2000, les longueurs sont inférieures à 50 jours dans le Nord, sont de l'ordre de 60 jours dans le centre et autour de 95 jours au sud vers Bakel.

ANALYSE RÉTROSPECTIVE DU RISQUE CLIMATIQUE EN ZONE SYLVO-PASTORALE DU FERLO SCHEMA DE SYNTHÈSE



- Stations météorologiques intégrées à l'étude
- Les isohyètes (pluviométrie annuelle moyenne) ont tendance à se décaler vers le Sud.
- Les cumuls pluviométriques moyens de la période d'avant rupture sont compris entre 229 mm à Podor et 510 mm à Bakel. A partir de 1969 jusqu'à 2010, les cumuls annuels moyens sont compris entre 229 mm à Podor et 510 mm à Bakel. La baisse pluviométrique dans la zone entre les deux périodes est comprise entre 20 et 30 % environ.
- En revanche, la courbée lissée des cumuls pluviométriques montre, pour toutes les stations, une augmentation des précipitations au cours des deux dernières décennies (1990 à 2010). Cette période est par contre conjuguée à davantage de variabilité dans la pluviométrie.
- 19 Diminution moyenne de la durée en nombre de jours de l'hivernage par station
- Écart moyennes avant et après rupture (1969)
- Avant 1969, les longueurs étaient > 110 jours dans le Sud autour de 80 à 90 jours dans le centre et moins de 55 jours dans le Nord. Après 1969, les longueurs ont baissé en moyenne de 12 à 25 jours environ dans la zone agricole de la ZSP. Au cours des décennies 90 et 2000 les longueurs sont inférieures 50 jours dans le Nord, sont de l'ordre de 60 jours dans le centre et autour de 95 jours au sud vers Bakel.

Source: B. Sarr, 2012
Conception: V. Laubin. GERES. 2012

Au nord de la ZSP (axe Louga-Podor):
La partie la plus septentrionale de la ZSP est aussi celle souffrant le plus d'un déficit pluviométrique ; elle est aussi relativement la plus touchée par la baisse sensible de pluviométrie moyenne depuis les années 1970 .
Tendance à la baisse de la valeur des pluies maximales cumulées en 3 jours consécutifs (pluies intenses).
Forte augmentation de la probabilité d'occurrence de périodes sèches de longue durée pendant la saison des pluies (supérieures à 15 jours).
Installation de plus en plus tardive de la saison des pluies (fin juillet-début août) et forte variabilité interannuelle du début de saison.
Hausse généralisée des températures moyennes.

Au centre de la ZSP (axe Linguère-Matam):
Début de l'hivernage de plus en plus tardif (autour du 25 juillet à l'heure actuelle) et forte variabilité interannuelle du début de saison.
Raccourcissement très prononcé de la durée de la saison des pluies.
Forte augmentation de la probabilité d'occurrence de périodes sèches de longue durée pendant la saison des pluies.
Hausse généralisée des températures moyennes et réchauffement marqué des températures maximales à Matam.

Au sud de la ZSP (axe Bakel-Tambacounda):
Région la plus arrosée de la ZSP mais elle n'est pas épargnée par la diminution de la pluviométrie moyenne et le raccourcissement de la durée de la saison des pluies.
Tendance à la forte hausse de la valeur des pluies maximales cumulées en 3 jours consécutifs (événements pluviométriques intenses). Il est probable que ces quantités augmentent davantage dans les années à venir.
Forte augmentation de la probabilité d'occurrence de périodes sèches de longue durée (supérieures à 15 jours).
Hausse généralisée des températures moyennes

**4 • CARTE DE SYNTHÈSE
DES VULNÉRABILITES DU FERLO •**

Quelques considérations méthodologiques

Une carte de synthèse a été intégrée à cet atlas sur la vulnérabilité du territoire du Ferlo face aux impacts du changement climatique. Cette carte a pour objectif de **guider les décideurs locaux dans la priorisation de leurs interventions**, et de permettre aux points focaux climat des cinq régions de l'Entente d'identifier les zones qui nécessitent en priorité un diagnostic de vulnérabilités approfondi en vue de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation.

Preston (2011) l'affirme : « Comprendre la géographie de la vulnérabilité aux changements climatiques contribue à une meilleure gestion des risques et des catastrophes, à réduire l'exposition des ressources écologiques et humaines, à anticiper les futurs « hot spots » pour contrer les impacts négatifs, et à identifier les populations vulnérables auprès desquelles il faudrait intervenir en priorité ». (traduit de l'anglais)

Toutefois, il indique également qu'en l'absence d'explicitations claires, les cartes de la vulnérabilité au changement climatique peuvent être interprétées selon une myriade de façons, en fonction de la cible. Ceci est bien sûr lié au pouvoir de l'information visuelle, qu'il est facile de tenir pour vérité absolue et parfaitement objective.

Ainsi, nous avons souhaité réaliser une revue de la littérature approfondie pour établir une méthodologie *ad hoc* pertinente ; celle-ci a été discutée lors d'un atelier avec des experts en novembre 2013.



La planification climat communautaire, un instrument de développement pour une intégration des risques climatiques dans les politiques de gestion et d'aménagement territorial.
© S. Garraud, Tèssékéré, 2012

De la nécessité de simplifier une réalité complexe

Idéalement, un indice synthétique de la vulnérabilité intégrerait l'ensemble des paramètres pour chaque moyen d'existence important du territoire à l'étude. Toutefois, un tel indice deviendrait particulièrement complexe. Dans une perspective d'aide à la décision pour les politiques publiques, il convient donc de réduire ce niveau de complexité :

- en réduisant le nombre de moyens d'existence à prendre en compte, en fonction de leur caractère stratégique (dans le territoire et vis-à-vis de l'extérieur) ;
- en approximant au mieux les facteurs de vulnérabilité du territoire via des proxies quantitatifs ou qualitatifs, eux-mêmes composés d'une ou plusieurs variables ;
- la disponibilité des données spatialisées a nécessairement contraint la construction de cet indice composite. Nous explicitons donc plus loin les contraintes et les choix qui ont prévalu compte tenu de ces difficultés.

Ainsi, cet indice composite n'a pas pour ambition de représenter fidèlement le niveau de vulnérabilité du territoire et des moyens d'existence de sa population, que seul un travail extensif de recherche pourrait approcher, notamment via une enquête ménage sur un échantillon représentatif dans chaque communauté rurale du Ferlo. Il a vocation à représenter un « potentiel » de vulnérabilité compte tenu des critères retenus. Cette capacité à communiquer un message simplifié pour rendre compte d'une réalité complexe constitue la première étape d'une prise en main par les acteurs locaux de la gestion du territoire.

Périmètre

La construction d'un indice synthétique passe, comme nous l'avons écrit plus haut, par une simplification d'une réalité complexe, afin de déterminer, au sein d'un territoire quelles sont les zones relativement plus susceptibles d'être vulnérables. Ainsi, il est impossible de prendre en compte l'ensemble des moyens d'existence d'un territoire ; ceci est d'autant plus vrai compte tenu du fait que le présent travail ne constitue pas un travail de recherche sur le long terme. Nous avons ainsi fait le choix de nous concentrer sur deux moyens d'existence essentiels du Ferlo : l'élevage pastoral et l'agriculture. De fait, certains moyens d'existence importants (la santé par exemple, qui sera potentiellement très affectée par les changements climatiques à venir) sont donc volontairement exclus de cette analyse.

Représentation graphique

Plusieurs variables incluses dans l'indice sont disponibles uniquement à l'échelle de la communauté rurale ou du département (données démographiques, données sur l'élevage). A l'inverse, certaines données, issues de l'exploitation d'images satellites (biomasse disponible ou évolution de l'occupation du sol) sont disponibles selon une maille beaucoup plus fine. Il existe donc, à l'évidence, plusieurs échelles géographiques qui seront combinées et aboutiront, de fait, à une approximation.

Après discussion avec les experts, il a été retenu de présenter les résultats selon une maille géométrique de **10km x 10km**. Cette représentation a l'avantage de sortir de la logique « administrative » et permet d'identifier des dynamiques « zonales ».

Choix des variables

La vulnérabilité est définie comme une fonction intégrant la sensibilité des moyens d'existence du territoire (accessibilité et disponibilité des ressources internes et externes et des stocks), l'exposition aux changements climatiques et la capacité d'adaptation du territoire et de sa population matérielle (cultures fourragères en abondance pour pallier un manque de pâturages) ou immatérielle (capacité d'innovation).

$$\text{Vulnérabilité} = f(\text{Exposition, Sensibilité, Capacité d'adaptation})$$

Des indicateurs ont été déterminés pour caractériser au mieux chaque facteur ; à chaque indicateur est associé une ou plusieurs variables. Elles sont listées sur le tableau suivant.

Nous avons défini les variables de la manière la plus intuitive possible afin que :

- pour l'exposition et la sensibilité, la plus grande valeur corresponde à la plus grande vulnérabilité
- à l'inverse, pour les capacités d'adaptation, la plus grande valeur corresponde à la plus faible vulnérabilité.

Chaque variable est normalisée par une transformation linéaire dans un intervalle 0-1.

Une variable x est transformée en x' , avec $x' = (x - \min x) / (\max x - \min x)$, le minimum et le maximum étant pris sur l'échelle de valeurs de x dans l'ensemble de la région à l'étude.

Une pondération a été affectée par indicateur, de façon à mettre l'accent sur certains indicateurs particulièrement cruciaux dans le contexte du Ferlo.

Notons ici plusieurs points importants :

1. Il s'agit bien d'une échelle de classement relative qui ne présume pas du caractère non vulnérable de zones qui apparaîtraient « moins vulnérables » sur la carte.
2. Les choix réalisés dans la création de cet indice sont subjectifs et il est probable qu'avec l'inclusion de nouveaux critères, la classification pourrait évoluer. Il est donc nécessaire de bien expliciter la méthodologie afin qu'elle ne porte pas à confusion.
3. Nous ne faisons pas référence au caractère vulnérable d'autres territoires du Sénégal.
4. Certaines variables présentées dans le tableau suivant en *italique* n'ont pas pu être intégrées à l'indice faute d'avoir pu disposer des données de base dans les délais impartis. Nous ouvrons donc le champ à de possibles améliorations dans le futur de cette carte de synthèse.

Sur cette base méthodologique, la carte de synthèse est représentée sur le poster inséré dans l'atlas !

EXPOSITION	
Indicateurs	Variables retenues
Variabilité climatique actuelle Pondération = 1	Ecart-type inter-annuelle des précipitations et des températures Inverse du nombre de jours de pluies annuel Nombre de jours pluies hors saison
SENSIBILITÉ	
Indicateurs	Variables retenues
Eau (disponibilité et accessibilité) Pondération = 0,4	Inverse de la densité de forages/CR/habitant Inverse du nombre de forages /UBT /CR Inverse de la densité des mares et points d'eau par CR et par habitant Distance moyenne à un point d'eau (forage, mares, lac), reclassifiée selon 3 classes : [0 à 5km[= 0 ; [5 à 10km[= 0,5 ; [plus de 10km[= 1 Ecart-type sur les précipitations moyennes mensuelles (variabilité intra-annuelle) Inverse de la pluviométrie moyenne annuelle Inverse du nombre de jours de la saison des pluies
Biomasse (disponibilité et accessibilité) Pondération = 0,3	Inverse de la biomasse disponible moyenne (kg de MS /ha) <i>Qualité biomasse / appétibilité (zonage à dire d'expert)</i> Présence ou non dans une réserve sylvo pastorale (Présence = 0 ; Absence = 1) Présence ou non dans une forêt classée (Présence = 1 ; Absence = 0)
Sol (disponibilité et accessibilité) Pondération = 0,1	Type de sols dominants avec reclassification : Cuirasseux=1 ; Sableux=0,5 ; Hydromorphe et argileux=0.
Infrastructure (disponibilité et accessibilité) Pondération = 0,1	Présence de pare-feux dans la cellule : (Présence = 0 ; Absence = 1) Longueur totale de routes et pistes par cellule de 10km x 10km
Services sociaux de base Pondération = 0,1	Présence d'une unité pastorale : (Présence = 0 ; Absence = 1) <i>Inverse du nombre de services vétérinaires par arrondissement /nombre animaux</i> <i>Inverse du nombre de parc de vaccination par arrondissement</i> <i>Inverse du nombre de magasins d'alimentation de bétail par arrondissement</i>
CAPACITE D'ADAPTATION	
Indicateurs	Variables
Dynamique organisationnelle Pondération = 0,25	<i>Existence ou non des cadres de concertation</i> <i>Nombre Organisation de Base par CR</i>
Les ressources humaines Pondération = 0,25	Taux d'alphabétisation <i>Nombre de sessions de formation sur les changements climatiques</i> <i>Existence de radios communautaires</i>
Pratiques pastorales Pondération = 0,25	<i>Nombre de banques fourragères dans la CR</i> <i>Nombre de plans de gestion des pâturages mis en œuvre</i>
Accès aux marchés Pondération = 0,25	Nombre de marchés dans la CR Répartition des marchés (écart-type de la distance entre les marchés par CR)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cesaro J-D, Magrin G, Ninot O, 2010, *Atlas de l'élevage au Sénégal*, Publication du projet ATP ICARE, CIRAD, imprimerie compoçafon, Paris, 36p.

Descroix L., Diedhiou A., Vischel T., Dessay N., Malam Abdou M., Souley Yéro K., Hiernaux P., 2012, *Scénarios de changements climatiques et de leur impact sur l'hydrosystème et la végétation*, INSU, GET, LTRE, IRD, projet Contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique sub-saharienne (ECLIS), ANR, 50 p.

Khouma A., 2000, FAO, *Quatorzième Réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols pour la mise en valeur des terres : les grands types de sols au Sénégal*, Abomey, Bénin.

Lesnoff M., Hiernaux P, Corniaux C, 2012. *Sensitivity analysis of the recovery dynamics of a cattle population following drought in the Sahel region*, CIRAD, GET, projet Contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique sub-saharienne (ECLIS), ANR, 14p.

Manoli, C, Corniaux C, Ickowicz A, Moulin C-H, Dedieu B, 2010. *Entre production pour le marché et sécurisation des familles : quels rôles tient l'élevage dans le Ferlo sénégalais ?* Une approche par les trajectoires sociotechniques. Colloque « Agir en situation d'incertitude, Montpellier, France.

I. Touré (CIRAD, Burkina Faso), A. Ickowicz (CIRAD, France), A.Wane (CIRAD, Sénégal), I. Garba (CILSS-CRA, Niger), P. Gerber (FAO, Italie), I. Atté (MIEL, Niger), J.D. Cesaro (CIRAD, France), A.T. Diop (ISRA, Sénégal), S. Djibo (CILSS-CRA, Niger), F. Ham (ACF- Espagne), M. Hamadoun (CILSS, Burkina Faso), Y. Khamis (DOPSSP, Tchad), I. Niang (DIREL, Sénégal), O.M. Saleh (DOPSSP, Tchad), T. Métais (ACF- Espagne), M. Saley (MIEL, Niger), N. A. Sow (DNPIA, Mali), B. Toutain (Consultant, France), S. Yahaya (MIEL, Niger), 2012, *Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel*, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), 36p.

Toutain B., Marty A., Bourgeot A., Ickowicz A. & Lhoste P., 2012. *Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne*. Les dossiers thématiques du CSFD. N°9. Février 2012. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 60 pp.

O'Brien K. et al., « *Mapping vulnerability to multiple stressors : climate change and globalization in India* », in *Global Environmental Change* 14, 2004.

Bensaïd A. et al., *L'analyse multicritère comme outil d'aide à la décision pour la localisation spatiale des zones à forte pression anthropique : le cas du département de Naâma en Algérie*, in *Revue Télédétection*, 2007, vol. 7, p.359-371

Heltberg R. et Bonch-Osmolovskiy, *Mapping vulnerability to climate change*, Policy Research Working paper, The World Bank, Janvier 2011

Rajiv Pandey et ShashidharKumar Jha, *Climate vulnerability index - measure of climate change vulnerability to communities: a case of rural Lower Himalaya*, India, in *Mitigation and adaptation Strategy Global change*, 2012, 17:487-506.

Araya A, Stroosnijder L. 2011. *Assessing drought risk and irrigation need in northern Ethiopia*. *Agricultural and Forest Meteorology* 151:425–436.

Dodd D, Jolliffe IT. 2001. *Early detection of the start of the wet season in semiarid tropical climates of western Africa*. *International Journal of Climatology* 21: 1251–126.

Smit B, Wandel J (2006) *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability*. *Global Environmental Change* 16(3):282 – 292

Preston B. et al., *Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits, and risks*, Integrated Research System for Sustainability Science, United Nations University, 2011

Watson J. et al., *Mapping vulnerability and conservation adaptation strategies under climate change*, *Nature climate change*, online publication, septembre 2013.

B. Sarr, *Present and future climate change in the semi-arid region of West Africa: a crucial input for practical adaptation in agriculture*, Royal Meteorological Society, 2012

IPCC, Working group I, *Contribution to the IPCC fifth assessment report climate change 2013: the physical science basis*, Sept 2013

De Sherbinin A., *Climate change hotspots mapping: what have we learned?*, in *Climatic Change*, 2013

Union Internationale pour la Conservation de la Nature et des ressources, UICN, Gland, Suisse, 2008

Sarr M. A., *Variabilité pluviométrique en Afrique de l'Ouest : dynamique des espaces végétaux à partir des images satellitaires. Exemple du Bassin versant du Ferlo (Sénégal)*, Actes des Journées de climatologie, Climat et société: Climat et végétation, Nantes, 13-14 mars 2008.

Leclerc G. et Sy O., *Des indicateurs spatialisés des transhumances pastorales au Ferlo*, Cybergeog : *European Journal of Geography* [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 532, mis en ligne le 23 mai 2011, consulté le 28 novembre 2013. URL : <http://cybergeog.revues.org/23661> ; DOI : 10.4000/cybergeog.23661

Cet atlas a été conçu par Madické Seck, de GERES Sénégal,
et Vanessa Laubin, de l'Unité Climat du GERES.

Nous tenons à remercier très sincèrement les membres du Comité éditorial
pour leurs critiques constructives et les experts ayant participé à l'atelier
de construction de l'indice composite de vulnérabilité, le 4 novembre 2013 à Dakar :

Dr Oumar SY, Université de Ziguinchor
Dr Ibra Touré, CIRAD-Burkina Faso
Dr Abdourahmane Wane, CIRAD-PPZS, Sénégal
Aissata Sall, CSE
Dr Momar Mbaye, USAID
Issa Fofana, TACC
Bocar Sow, CSE
Dr Malick Faye, FAO
Labaly Touré, Université Gaston Berger de Saint-Louis
Ely Paul Biagui, AVSF
Galandou Diouf, PPZS
Amadou Hadji, ISMRR
Aliou Diouf, Enda



Contact GERES :
Vanessa Laubin
contact@geres.eu

ISBN : 978-2-9536976-7-4 – Dépôt légal : décembre 2013

