



Programme d'Appui au Programme  
National d'Infrastructures Rurales

# DURABILITE DES CULTURES HORTICOLES

Zonage agro-climatique des cultures  
horticoles dans la zone centre du Sénégal



Cette étude a été réalisée dans le cadre du Programme d'Appui au Programme National d'Investissement en Agriculture du Sénégal (PAPSEN) par une équipe de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles et du Conseil National des Recherches d'Italie composée par :

- Mbaye Diop (ISRA)
- Maurizio Bacci (IBIMET-CNR)

Elle a bénéficié de l'appui d'Ibrahima Saware, stagiaire de l'ISRA qui a mené la recherche bibliographique et de Khalidou Kane, expert en SIG du PAPSEN qui a réalisé les cartes thématiques utilisées dans cette étude.

L'étude a été cofinancée par la Direction Générale pour la Coopération au Développement du Ministère des Affaires Etrangères de la République d'Italie, le Conseil National des Recherches d'Italie à travers le projet PAPSEN-CNR et le Gouvernement du Sénégal.

Les auteurs remercient le Coordonnateur National du PAPSEN qui a facilité la mise en œuvre de ce travail et le Directeur Général de l'ISRA pour son accompagnement et ses conseils.

# Sommaire

---

LISTE DES TABLEAUX .....	2
LISTE DES CARTES.....	2
LISTE DES SIGLES ET ACCRONYMES .....	3
INTRODUCTION.....	4
1. Objectif de l'étude .....	4
2. Objectifs spécifiques .....	4
3. Résultats attendus .....	4
4. Méthodologie de l'étude .....	5
5. PRESENTATION DE LA ZONE CENTRE.....	5
2.1 Analyse du contexte agro-pédo-climatique.....	6
2.1.1. Les conditions pédologiques.....	7
2.1.1.1. Caractérisation du sol du site de Darou Fanaye Diop.....	9
2.1.1.2. Caractérisation du sol du site de Touba Toul.....	12
2.1.1.3. Caractérisation du sol du site de Mbassis.....	14
2.1.2. Les ressources hydriques .....	17
2.1.3. Les conditions climatiques .....	20
6. Conclusion.....	30
7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	31

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: Récapitulatif de l'interprétation des résultats .....	10
Tableau 2 : Résultats des analyses des échantillons de sol du périmètre de Darou Fanaye .....	11
Tableau 3 : Résultats des analyses physico-chimiques des sols du périmètre de Touba Toul .....	13
Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques des sols du périmètre de Mbassis .....	15

## LISTE DES CARTES

---

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude .....	6
Carte 2 : Carte pédologique de la zone d'intervention du PAPSEN-Centre .....	7
Carte 3 : Répartition des nombres de jours avec une température entre 22°C et 28°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5.....	22
Carte 4 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 30°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5.....	23
Carte 5 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 35°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5.....	24
Carte 6 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 40°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5.....	25
Carte 7 : Répartition des nombres de jours avec une température entre 22°C et 28°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5.....	26
Carte 8 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 30°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5.....	27
Carte 9 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 35°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5.....	28
Carte 10 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 40°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5.....	29

## LISTE DES SIGLES ET ACCRONYMES

---

**ANSD** : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie.

**ASPSP** : Association Sénégalaise de Production de Semences Paysannes

**AUMN** : Association des Unions Maraichères des Niayes

**BAME** : Bureau d'Analyse Macro-Economique

**CDH** : Centre de Développement Horticole

**CNRA** : Centre Nationale de Recherches Agronomiques.

**DGPRE** : Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau.

**DH** : Direction de l'Horticulture.

**DRH** : Division Régional de l'Hydraulique.

**ETP** : Evapotranspiration Potentielle.

**FNGIE/H** : Fédération Nationale des GIE Horticoles

**IBIMET-CNR** : Istituto di Biometeorologia - Conseil National des Recherches d'Italie

**INP** : Institut National Pédologique du Sénégal.

**ISRA** : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles.

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PAGIRE** : Plan d'Actions de Gestion Intégrée des Ressources en Eau.

**PAPSEN** : Projet d'Appui au Programme National d'Infrastructures Agricoles du Sénégal.

**PH** : Potentiel Hydrogène.

**SRH** : Service Régional de l'hydraulique.

**SRJD** : Service Régional de la Jeunesse de Diourbel.

**UGPM** : Union des Groupements Paysans de Mékhé.

# INTRODUCTION

---

Le Programme d'Appui au Programme National d'Infrastructures Agricoles du Sénégal (PAPSEN) ambitionne de contribuer fortement à l'amélioration des conditions de pratiques agricoles des producteurs. Sa composante Centre est axée sur le développement de la filière horticole, dans les régions de Thiès, Diourbel et Fatick.

La zone Centre fut naguère un important pôle de productions horticoles. Mais l'émergence du secteur est plombée par différentes contraintes d'ordre physique (aléas pluviométriques, salinité de l'eau), technique, organisationnel et commercial.

Le PAPSEN vise à contribuer à l'atténuation des contraintes par la formation des producteurs, l'accompagnement dans la gestion des systèmes d'irrigation et l'introduction de variétés performantes. Pour ce dernier point, un volet recherche est prévu avec des expérimentations qui seront mises en place pour déterminer les conditions de production optimale. Parmi celles-ci, les conditions agro-climatiques seront étudiées pour une caractérisation du territoire finalisé à l'optimisation de la production.

Pour faire face aux contraintes en matière d'organisation, de moyens techniques et financiers, une évaluation de la durabilité des exploitations horticoles s'impose. En ce sens, l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole, en collaboration avec l'IBIMET, participera à la mise en œuvre de la composante Recherche du PAPSEN- Centre dans le but d'étudier les aspects agro-climatiques, économiques et les marchés des régions de Thiès, Diourbel et Fatick ainsi que la durabilité des périmètres réhabilités ou mis en place par le PAPSEN. Cette étude est consacrée uniquement à la caractérisation agro-climatique de la zone Centre, les autres aspects cités précédemment étant pris en charge par des études complémentaires.

## 1. Objectif de l'étude

---

L'activité B2.9 est consacrée à des études sectorielles destinées à faire la situation de référence sur le plan biophysique et à déterminer les indicateurs qui permettront d'évaluer la durabilité des cultures maraîchères.

## 2. Objectifs spécifiques

---

- Caractériser la situation biophysique de référence
- Réaliser les projections climatiques dans le moyen terme
- Etudier la durabilité des périmètres horticoles goutte à goutte

## 3. Résultats attendus

---

- Un zonage climatique à travers une projection des températures sous scénarios RCP45 et RCP 85 pour la période 2025-2035.
- Un zonage du contexte pédologique et hydrogéologique de la zone Centre.
- L'identification des principales variétés praticables dans les conditions physiques prévues.

## 4. Méthodologie de l'étude

---

La démarche méthodologique a consisté à :

- réaliser une collecte de données sur le climat, les sols, les ressources en eau de la zone d'étude (régions de Diourbel, Thiès et Fatick) et les cultures horticoles pratiquées ;
- cartographier les informations relatives au sol et aux ressources en eau ;
- caractériser le climat, travers un traitement statistique des données météorologiques ;

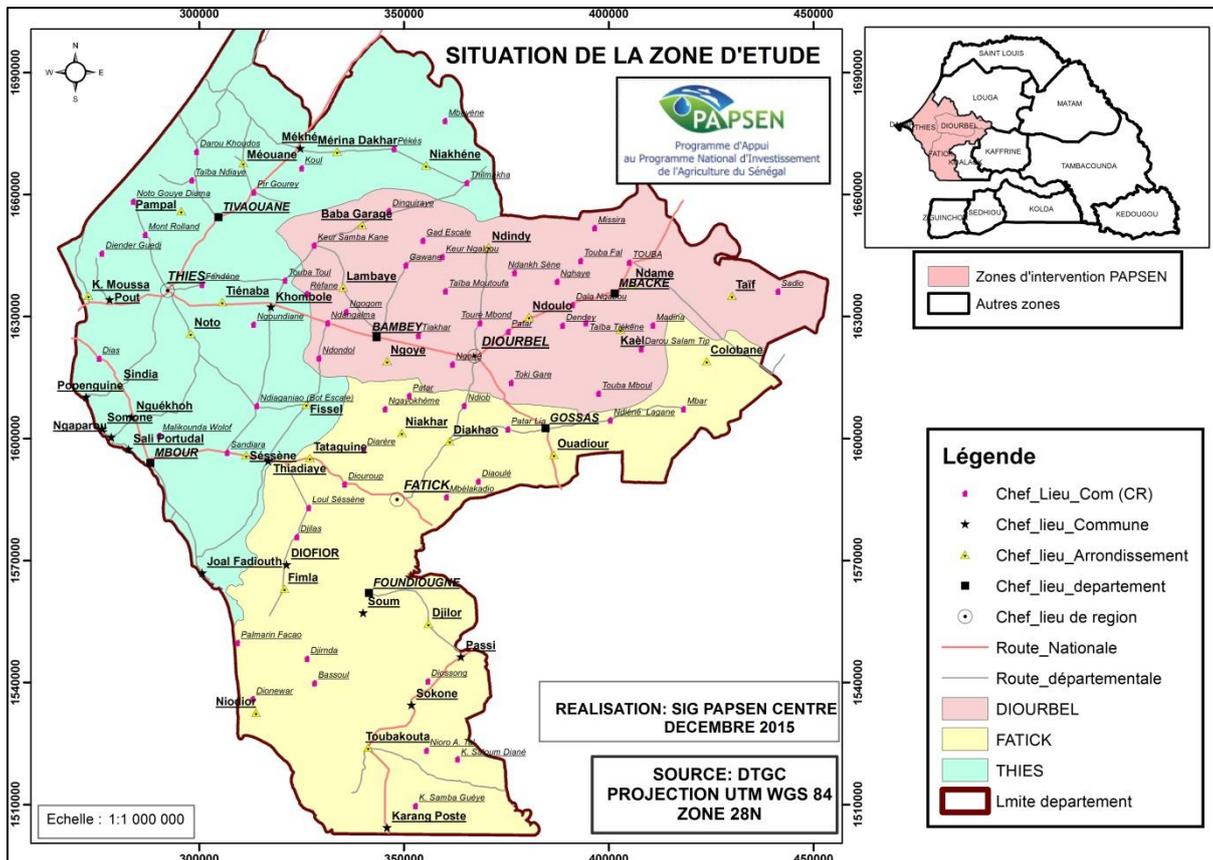
Pour déterminer les potentialités agro-climatiques, les seuils thermiques des cultures sont comparés avec des indicateurs thermiques (température de base, température maximale, nombre de jours pour ces seuils thermiques). Pour évaluer l'impact du changement climatique les sorties des modèles Ensemble pour les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 sont utilisées aux horizons 2025 et 2035.

## 5. PRESENTATION DE LA ZONE CENTRE

---

La zone centre qui fait l'objet de cette étude correspond au territoire couvrant les régions administratives de Thiès, de Diourbel et de Fatick. La circonscription de la zone d'étude a obéi à la logique de la délimitation administrative de ces trois régions. Elles couvrent une superficie de 19305 km<sup>2</sup> traduisant un vaste ensemble relativement homogène, du point de vue socio économique, avec des aspects physiques fortement nuancés à travers un double gradient Nord-Sud et Est- Ouest.

La zone d'étude se situe entre les latitudes 13.5°N et 15°N et les longitudes 15°w et 17.5°w. Elle est limitée au nord par la région de Louga, au Sud par la République de Gambie, à l'Est par les régions de Kaolack et de Kaffrine et de Louga et à l'Ouest par la région de Dakar et l'Océan Atlantique.



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

Cette activité a été conduite pour évaluer la durabilité des fermes maraîchères que le PAPSEN envisage d'installer dans les régions de Thiès, Kaolack et Fatick.

La zone d'étude est entièrement comprise dans le bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien caractérisé par un relief généralement plat notamment dans sa partie Est. Les rares pics d'altitude sont observés à l'Ouest de la région de Thiès en l'occurrence le plateau de Thiès (105 m) et le massif de Ndiass (90 m). La région de Thiès est aussi marquée par une forte présence de dépressions inter-dunaires appelées Niayes au nord-est alors que les cuvettes de Ndongol et de Ndock se singularisent au niveau de la région de Diourbel. Les écosystèmes vaseux et marécageux s'observent au Sud-ouest de la région de Fatick traduisant ainsi la limite méridionale de cette étendue sédimentaire.

Les études sectorielles englobent deux volets, à savoir (i) les conditions agro-pédo-climatiques des cultures horticoles et (ii) la durabilité de fermes agricoles en fonction des conditions économique, socio-territoriale et agro-écologique.

## 2.1 Analyse du contexte agro-pédo-climatique

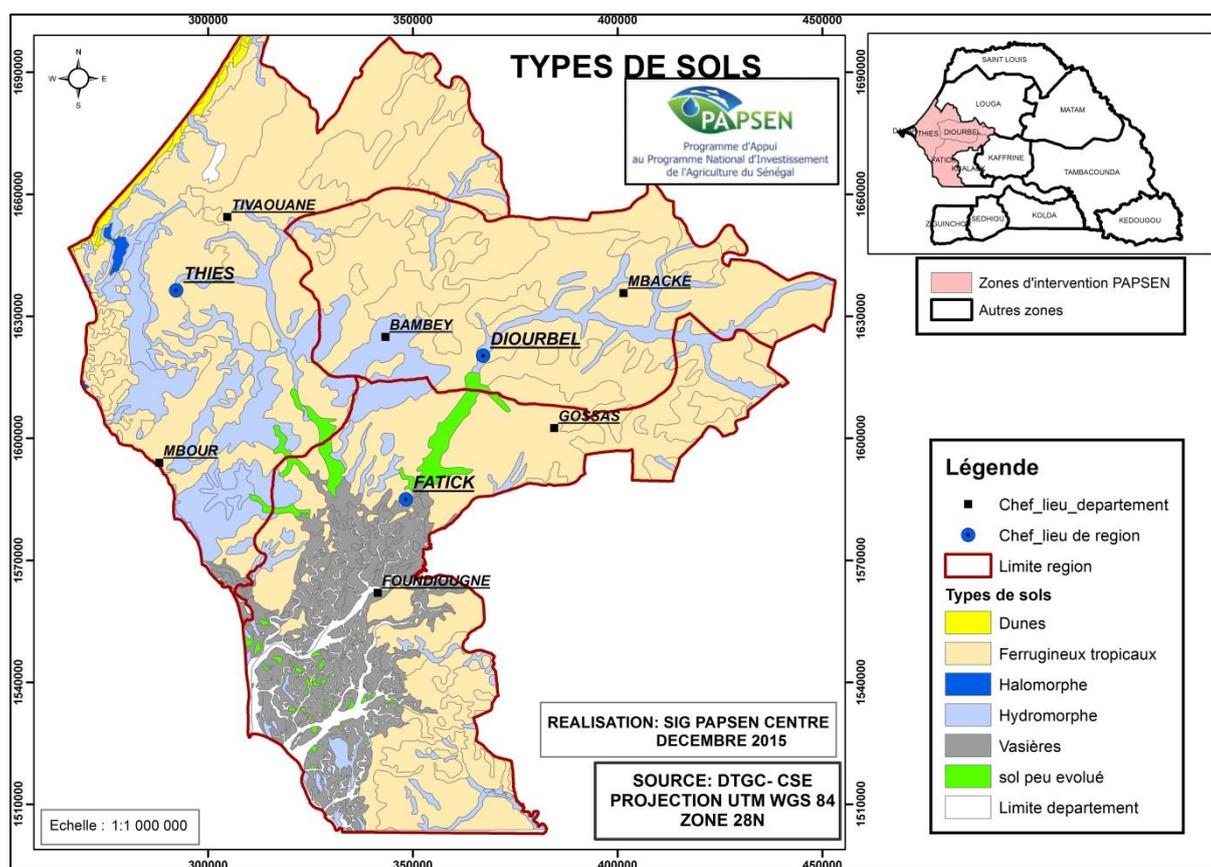
La démarche méthodologique a consisté à :

- faire une revue des différentes cultures horticoles pratiquées dans les trois régions ciblées par le PAPSEN au centre du Sénégal (Thiès, Diourbel et Fatick) ;
- réaliser une collecte de données sur les sols et les ressources en eau de la zone d'étude trois régions ;

- et évaluer les potentialités thermiques en fonction des scénarii de changement climatique dans les 3 régions.

### 2.1.1. Les conditions pédologiques

La région Centre est marquée par une forte diversité pédologique allant des sols ferrugineux tropicaux aux sols hydromorphes et halomorphes (carte 1). Les sols sont essentiellement formés de sédiments sableux ou sablo-argileux d'origine éolienne et alluviale. La distribution pédologique est fonction des différentes zones écologiques notamment la zone des Niayes, les zones d'estuaires et/ou la zone continentale.



Carte 2 : Carte pédologique de la zone d'intervention du PAPSEN-Centre

Les principaux types de sols rencontrés sont :

- **Les sols dior** (ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés).

Ils sont constitués de 95 % de sable, 3 % d'argile et 1,5 % de limon (DGPRES, 2013). Les sols *dior* sont peu riches en matières organiques (0,20 %), et en éléments chimiques (azote 0,3 à 1,5% et phosphore -150 mg/kg de terre). Ce sont des sols très peu structurés, profonds, bien drainés et perméables. Leur pH est généralement

acide avec une teneur en argile très faible (entre 2 et 6%). Les sables sont majoritairement des sables fins et représentent 70% des sols à Thiès et 80% des sols à Diourbel.

➤ **Les sols *deck-dior*** (ferrugineux tropicaux rouges ou lithosols).

Ces sols se caractérisent par une texture variant du sableux argileux à l'argileux avec une profondeur de 1,50 m à 2,50 m. Ils sont très structurés et présentent des propriétés intermédiaires de celles des sols *dior* et *deck* (ICRAF, 1990). Les réserves minérales sont faibles alors que leur fertilité dépend de leur teneur en matière organique. Le pH est de 6 à 6,5 en surface et de 5,5 à 6 en profondeur. Ce sont des sols riches en calcium mais faiblement pourvus en K<sub>2</sub>O, P<sub>205</sub> et en soufre. Ils sont très sensibles au ruissellement et le lessivage accroît la déperdition des éléments chimiques (PAPSEN, 2015). Les sols *deck-dior* représentent 25% des sols de la région de Thiès et 5% des sols à Diourbel.

➤ **Les sols *deck*** (bruns hydromorphes).

Ce sont les des sols marécageux localisés en bordure des «Niayes», dans les microcuvettes endoréiques et les thalwegs colmatés de la zone dunaire. Ils se localisent souvent au niveau des zones d'interférence entre les nappes de profondeur et de surface. La texture est en général sableuse, l'horizon humifère peut atteindre 40 cm. La fertilité est liée à la présence de la matière organique, assez abondante et fortement humique en surface mais qui disparaît rapidement dès que le sol a été cultivé. Le pH est acide, environ 5,0. Ces sols sont surtout exploités pour les cultures maraichères et fruitières, rarement pour la riziculture. Les sols *deck* représentent 3 à 5 % des sols de la région de Thiès et 15 % des sols à Diourbel.

➤ **Les sols des mangroves :**

Ils sont uniquement observés dans les îles et les estuaires des départements de Foundiougne et de Fatick. Ce sont des sols qui ont des limitations sérieuses dues à l'eau des marées qui réduisent leur utilisation. Ils occupent respectivement dans ces deux départements 2% et 33 % de la superficie départementale. Ils sont inaptes à l'agriculture.

➤ **Les sols halomorphes :**

On distingue deux types de sols halomorphes : les sols salins et les sols salins acidifiés communément appelés "Tannes". Les tannes sont localisées au niveau des arrondissements de Fimela, Diakhao, Niodior, Djilor, Toubacouta, Ngathie Naoudé et Mbadakhouné, essentiellement dans la région de Fatick. Ces sols sont généralement inaptes pour des activités agricoles.

➤ **Les Sols hydromorphes des vallées :**

Les sols hydromorphes sont ceux dont l'évolution est dominée par l'action d'un excès d'eau. Suivant les fluctuations de la nappe, les divers horizons du profil passent par l'alternance de phases d'oxydation et de réduction, déterminant la précipitation ou la solubilisation du fer et du manganèse. La nature et l'évolution de la matière organique du sol sont également étroitement influencées par la durée d'action de la nappe et sa fluctuation dans le profil. On distinguera deux classes :

- sols hydromorphes organiques, à engorgement total et permanent
- sols hydromorphes moyennement ou peu humifères, à pédo-climat temporairement sec sur une partie du profil

Pour appuyer le projet à mieux conduire les opérations de fertilisation des cultures dans les sites pilotes de Touba Toul, Darou Fanaye Diop et Mbassis, le CNRA a caractérisé les sols dans les fermes pilotes.

### 2.1.1.1. Caractérisation du sol du site de Darou Fanaye Diop

Les mesures effectuées ont concerné les paramètres suivants : pHeau (1/2,5), pHKCl (1/2,5), Conductivité électrique (CE, 1/5),  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ), Phosphore assimilable (Pass, ppm), Carbone (C, %), Azote (N, %) et de procéder à l'analyse granulométrique (% Argiles, %Limon, % Sables). Les résultats des analyses sont consignés en annexe (**Tableau 3**).

Le tableau 2 suivant présente une synthèse de l'interprétation des résultats de l'analyse des sols du périmètre de Darou Fanaye qui indique que sols du périmètre de Darou Fanaye se caractérisent par une texture sableuse. Ce sont des sols de texture grossière, légers, poreux et non salins ( $\text{CE} < 500 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ) avec des pH acides à modérément acide (5,16 à 6).

L'acidité des sols pourrait être liée à un état dégradation qui résulterait du fait que les éléments nutritifs exportés ou lixiviés ne sont pas reconstitués par des apports.

Les teneurs en Azote (N) < 0,1% indiquent que les sols sont faiblement pourvus en azote. De même, les teneurs en MO < 1,5 % caractérisent des sols pauvres à moyennement pourvus en matière organique. Les rapports C/N reflètent aussi des valeurs caractéristiques de sols cultivés, de sols dont la minéralisation est rapide et de sols où il y a une accumulation de la matière organique brute.

Tableau 1: Récapitulatif de l'interprétation des résultats

CE 1/5 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	9,56 - 27,96	CE < 500 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ , Sol non salin
P (ppm)	0,072 - 0,305	< 5 ppm, Bas, réponse aux engrais très probable
MO (%)	0,29 - 1,32	Sols de texture grossière, pauvres à moyennement pourvus en matière organique
N (%)	0,01 - 0,05	Sols très pauvres en azote
C/N	6,11-18,03	Production d'azote ; la vitesse de décomposition s'accroît ; la minéralisation est rapide

Les teneurs en phosphore < 5 ppm sont également très basses et les sols ont une réponse très probable aux engrais. Dans cette situation où la plus part des valeurs de pH sont inférieures à 5,5, d'autres processus éventuels comme la combinaison avec le Fe et l'Al pour former des composés peuvent rendre les ions phosphates moins facilement disponibles pour les plantes.

Il ressort des résultats des analyses que la fertilité des sols du périmètre de Darou Fanaye doit être améliorée.

Ainsi, les recommandations pour ce site peuvent être résumées comme suit :

- un amendement organique (compost, fumier) pour améliorer la texture du sol, rehausser le pH, le taux de MO et maintenir plus stable l'humus obtenu ;
- un amendement chimique (phosphatage de fond) pour optimiser la disponibilité du phosphore ;
- l'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation par la mise en place d'un système adéquat afin de limiter la lixiviation et le lessivage du sol ;
- le respect des bonnes pratiques agricoles.

Tableau 2 : Résultats des analyses des échantillons de sol du périmètre de Darou Fanaye

	N°	PROF. (cm)	pH (1/2,5)		CE (1/5)	P/ASS	C	N	MO	C/N	GRANULOMETRIE			TEXTURE	
		cm	Eau	Kcl	μS/cm	ppm	(%)	(%)	(%)		A(%)	L (%)	S (%)	S	
<b>DAROU FANAYE</b>	1_1	1	0-20	6,00	4,90	10,75	0,231	0,18	0,02	0,31	7,69	2,05	1,49	96,46	S
	1_2	2	0-20	5,84	5,17	13,59	0,233	0,17	0,03	0,29	6,78	1,28	1,25	97,46	S
	1_3	3	0-20	5,27	4,56	11,24	0,159	0,26	0,02	0,44	16,82	3,67	0,50	95,83	S
	1_4	4	0-20	5,16	4,50	10,34	0,162	0,23	0,04	0,39	6,38	3,13	2,23	94,64	S
	1_5	5	0-20	5,67	5,26	27,96	0,172	0,19	0,02	0,32	9,29	2,32	1,00	96,68	S
	2_1	6	0-20	5,44	4,82	10,70	0,110	0,17	0,03	0,29	6,57	1,79	1,24	96,96	S
	2_2	7	0-20	5,67	5,17	16,18	0,087	0,22	0,02	0,39	11,61	2,34	1,25	96,41	S
	2_3	8	0-20	5,39	4,80	10,01	0,100	0,18	0,01	0,31	18,03	2,04	0,50	97,46	S
	2_4	9	0-20	5,26	4,74	12,37	0,108	0,24	0,02	0,42	15,40	2,59	1,74	95,67	S
	2_5	10	0-20	5,24	4,69	12,22	0,113	0,26	0,02	0,45	12,88	3,12	0,50	96,37	S
	3_1	11	0-20	5,50	4,94	12,70	0,200	0,18	0,02	0,31	7,77	2,84	0,99	96,17	S
	3_2	12	0-20	5,60	5,06	13,56	0,146	0,19	0,02	0,33	8,92	3,09	0,74	96,17	S
	3_3	13	0-20	5,35	4,71	9,56	0,100	0,26	0,02	0,45	13,84	2,60	1,50	95,90	S
	3_4	14	0-20	5,48	4,98	15,78	0,090	0,22	0,03	0,37	6,72	1,29	1,01	97,70	S
	3_5	15	0-20	5,53	5,00	15,68	0,215	0,24	0,04	0,42	6,11	2,08	1,50	96,42	S
	4_1	16	0-20	5,48	4,91	14,99	0,123	0,18	0,02	0,31	7,90	1,29	2,00	96,71	S
	4_2	17	0-20	5,35	4,79	11,51	0,108	0,24	0,03	0,41	7,44	3,09	6,98	89,93	S
	4_3	18	0-20	5,48	4,86	11,52	0,072	0,23	0,03	0,40	7,31	1,03	1,51	97,45	S
	4_4	19	0-20	5,48	4,70	13,57	0,110	0,20	0,02	0,35	11,34	2,60	1,00	96,40	S
	4_5	20	0-20	5,29	4,83	12,61	0,208	0,23	0,03	0,40	7,11	2,33	0,75	96,92	S
	5_1	21	0-20	5,40	5,07	16,74	0,305	0,19	0,02	0,32	8,53	2,59	0,50	96,91	S
	5_2	22	0-20	5,61	5,19	22,73	0,208	0,54	0,04	0,94	13,76	3,10	0,99	95,91	S
	5_3	23	0-20	5,74	5,21	13,75	0,162	0,54	0,04	0,93	13,00	2,32	0,75	96,93	S
	5_4	24	0-20	5,74	4,93	11,92	0,082	0,77	0,05	1,32	14,68	4,18	0,50	95,32	S
	5_5	25	0-20	5,71	5,18	26,31	0,249	0,73	0,05	1,25	14,73	3,23	1,00	95,77	S

### 2.1.1.2. Caractérisation du sol du site de Touba Toul

L'analyse des résultats de l'analyse des sols du périmètre de Touba Toul (**Tableau 4**) indique que les sols se caractérisent par une texture sableuse. Ce sont des sols légers, de texture grossière, poreux, non salins ( $CE < 500 \mu S.cm^{-1}$ ) avec des pH neutres, légèrement alcalin à alcalin (7,06 à 8,02).

Les teneurs en Azote (N)  $< 1\%$  indiquent que les sols sont faiblement pourvus en azote. De même, les teneurs en MO  $< 1\%$  caractérisent des sols pauvres en matière organique. Les rapports C/N reflètent des valeurs caractéristiques de sols cultivés, de sols dont la minéralisation est rapide et de sols où il y a une accumulation de la matière organique brute.

Les teneurs en phosphore  $< 5$  ppm sont également très basses et les sols ont une réponse très probable aux engrais. Cependant, les valeurs estimées du pH (hautes, 7 à 8,5) indiquent que la disponibilité du Phosphore serait décroissante jusqu'à la carence aux valeurs plus élevées au-dessus de pH = 7.

La caractérisation du site de Touba Toul, reflète que les sols, de texture sableuse, sont en général pauvres en matière organique (MO), azote (N) et phosphore (P) ce qui limite leur fertilité. Les résultats indiquent que des corrections doivent être apportées pour améliorer la fertilité tant physique que chimique du sol.

Les recommandations suivantes doivent être respectées pour assurer la qualité des sols :

- un amendement organique (compost, fumier) pour améliorer la texture du sol, rehausser le pH, le taux de MO et maintenir plus stable l'humus obtenu ;
- un amendement chimique (phosphatage de fond) pour optimiser la disponibilité du phosphore ;
- poursuivre l'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation par le goutte-à-goutte afin de limiter la lixiviation et le lessivage du sol ;
- et le respect des bonnes pratiques agricoles.

Tableau 3 : Résultats des analyses physico-chimiques des sols du périmètre de Touba Toul

	N°	Prof.	pH		CE	P/ASS	C	N	MO	C/N	GRANULOMETRIE			TEXTURE	
			Cm	Eau							KCl	μS/cm	ppm		(%)
<b>TOUBA TOUL</b>	1_1	26	0-20	7,06	6,95	79,75	0,995	0,45	0,03	0,77	15,10	3,71	2,00	94,28	S
	1_2	27	0-20	7,64	7,64	82,51	0,656	0,32	0,02	0,56	17,53	3,67	0,75	95,57	S
	1_3	28	0-20	7,84	7,84	70,09	0,636	0,23	0,03	0,40	7,28	3,66	0,75	95,59	S
	1_4	29	0-20	7,74	7,72	75,94	1,156	0,30	0,03	0,52	9,14	3,68	1,50	94,83	S
	1_5	30	0-20	7,75	7,74	101,20	0,641	0,28	0,03	0,47	8,07	3,17	1,51	95,32	S
	2_1	31	0-20	7,79	7,71	78,30	1,685	0,50	0,04	0,86	12,79	3,39	1,00	95,61	S
	2_2	32	0-20	7,83	7,69	72,60	1,490	0,41	0,03	0,70	13,68	3,92	1,00	95,08	S
	2_3	33	0-20	7,75	7,72	87,85	0,515	0,24	0,04	0,42	6,86	3,41	1,50	95,09	S
	2_4	34	0-20	7,68	7,54	62,36	0,674	0,30	0,03	0,52	9,86	3,13	1,74	95,13	S
	2_5	35	0-20	7,93	7,81	96,50	1,159	0,50	0,05	0,86	9,58	3,19	2,51	94,31	S
	3_1	36	0-20	7,94	7,86	82,10	1,592	0,36	0,04	0,63	8,70	2,18	2,34	95,48	S
	3_2	37	0-20	7,55	7,29	41,55	0,405	0,18	0,02	0,31	8,38	3,39	0,25	96,36	S
	3_3	38	0-20	7,72	7,47	57,88	0,664	0,32	0,03	0,55	11,45	2,63	2,25	95,12	S
	3_4	39	0-20	7,91	7,89	72,43	1,136	0,25	0,03	0,43	8,24	2,35	2,00	95,65	S
	3_5	40	0-20	7,61	7,44	49,46	0,705	0,23	0,02	0,40	10,79	2,62	1,51	95,87	S
	4_1	41	0-20	7,75	7,67	86,05	1,362	0,43	0,04	0,75	11,53	3,69	2,24	94,07	S
	4_2	42	0-20	8,00	7,93	62,33	0,526	0,17	0,02	0,30	6,94	2,07	1,25	96,68	S
	4_3	43	0-20	7,83	7,69	59,93	0,721	0,22	0,02	0,37	11,81	3,17	1,01	95,82	S
	4_4	44	0-20	8,02	7,87	74,75	0,995	0,22	0,02	0,37	12,43	2,87	0,76	96,37	S
	4_5	45	0-20	7,97	7,76	86,68	1,618	0,39	0,05	0,68	8,16	5,86	1,49	92,66	S

### 2.1.1.3. Caractérisation du sol du site de Mbassis

L'interprétation des résultats des analyses des sols du périmètre de Mbassis montre une variabilité de leur texture (LSA, AS, LS et SL) avec une prédominance de la texture Limono-sablo-argileuse (LSA) qui est considérée comme une texture équilibrée au plan agronomique (tableau 5). Les sols de texture moyenne, sont non salins ( $CE < 500 \mu S.cm^{-1}$ ) avec une variabilité des pH, légèrement acides, neutres, légèrement alcalins et alcalins (6,18 à 8,46) .

Les teneurs en Azote (N)  $< 0,25\%$  indiquent que les sols sont très pauvres en azote. En plus, les teneurs en MO  $< 2,5 \%$  sont caractéristiques de sols pauvres à moyennement pourvus en matière organique. Le rapport C/N (6,94 à 17,53) reflète des valeurs caractéristiques de sols cultivés, de sols dont la minéralisation est rapide et de sols où il y a une accumulation de la matière organique brute.

Les teneurs en phosphore  $< 5$  ppm sont également très basses et les sols ont une réponse très probable aux engrais. Malgré ce contexte favorable, la prédominance des pH alcalins ( $> 7,2$ ) pourrait entraîner une réduction de la disponibilité du phosphore avec une évolution vers la carence.

Ainsi, les sols du site de Mbassis se caractérisent par une variabilité de textures avec la prédominance de la texture limono-sablo-argileux. Malgré leur bonne disposition à l'activité agricole, leurs caractéristiques chimiques reflètent des limites dans leur état de fertilité chimique à travers le fait qu'ils alcalins, pauvres en azote, en matière organique et en phosphore. Ces résultats indiquent qu'une stratégie de gestion durable de la fertilité des sols doit être mise en œuvre.

Les actions suivantes sont donc recommandées :

- amendement organique (compost, fumier) pour améliorer la texture du sol, rehausser le pH, le taux de MO et maintenir plus stable l'humus obtenu ;
- amendement chimique (phosphatage de fond) pour optimiser la disponibilité du phosphore ;
- utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation par la mise en place d'un système adéquat ;
- labour pas trop fin du sol pour limiter les risques de battance ;
- respect des bonnes pratiques agricoles.

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques des sols du périmètre de Mbassis

	N°	Prof. (cm)		pH	CE	P/ASS	C	N	MO	C/N	GRANULOMETRIE			TEXTUR E	
		cm	Eau	KCl	μS/cm	ppm	(%)	(%)	(%)	A(%)	L (%)	S (%)			
MBASSIS	1_1	46	0-20	6,18	6,12	95,04	0,585	0,08	0,06	0,13	13,42	12,77	3,94	83,28	LS
	1_2	47	0-20	7,40	7,19	107,00	1,103	0,09	0,06	0,15	15,52	16,38	4,61	79,01	LSA
	1_3	48	0-20	6,95	6,56	69,26	0,759	0,74	0,06	1,27	12,14	16,75	4,38	78,87	LSA
	1_4	49	0-20	7,80	7,62	130,00	1,123	0,96	0,11	1,65	8,81	11,51	3,48	85,02	LS
	1_5	50	0-20	7,00	6,48	54,89	0,405	0,62	0,04	1,06	14,63	14,55	3,89	81,56	LSA
	2_1	51	0-20	7,55	7,00	82,79	0,869	1,22	0,10	2,10	12,76	31,55	9,82	58,63	AS
	2_2	52	0-20	7,68	7,13	93,65	1,379	1,26	0,19	2,17	6,74	32,33	9,95	57,72	AS
	2_3	53	0-20	7,52	7,09	73,75	0,649	0,69	0,07	1,20	9,45	17,81	4,56	77,63	LSA
	2_4	54	0-20	7,21	6,64	70,45	1,338	1,35	0,11	2,32	12,44	25,72	7,26	67,02	AS
	2_5	55	0-20	8,05	7,62	108,90	1,146	0,94	0,07	1,62	13,96	21,96	4,32	73,72	LSA
	3_1	56	0-20	7,44	6,86	77,44	1,300	0,96	0,15	1,65	6,32	23,51	6,92	69,57	LSA
	3_2	57	0-20	7,36	6,79	64,12	1,418	0,72	0,06	1,25	12,61	21,38	4,81	73,81	LSA
	3_3	58	0-20	7,76	7,23	74,20	0,697	0,64	0,06	1,10	11,09	16,78	5,54	77,69	LSA
	3_4	59	0-20	7,67	7,10	77,80	0,697	0,61	0,05	1,05	11,89	14,71	5,09	80,20	LSA
	3_5	60	0-20	8,46	7,88	155,20	0,941	0,71	0,06	1,23	12,02	15,87	4,94	79,19	LSA
	4_1	61	0-20	7,53	7,02	70,10	0,854	0,61	0,05	1,05	12,55	9,97	3,73	86,30	LS
	4_2	62	0-20	8,14	7,83	134,00	1,064	0,76	0,06	1,31	13,31	7,76	3,71	88,53	SL
	4_3	63	0-20	7,80	7,31	80,72	1,046	0,58	0,04	1,00	15,40	13,99	4,15	81,86	LSA
	4_4	64	0-20	7,38	6,97	67,89	1,015	0,61	0,05	1,05	11,64	7,49	3,96	88,55	SL
	4_5	65	0-20	7,78	7,28	133,90	0,990	0,65	0,04	1,12	15,18	15,44	4,64	79,93	LSA
5_1	66	0-20	7,79	7,16	94,81	1,403	1,02	0,09	1,76	11,68	26,11	5,21	68,68	AS	
5_2	67	0-20	7,53	6,96	79,28	0,821	0,65	0,04	1,13	15,55	13,76	4,41	81,83	LSA	
5_3	68	0-20	7,65	7,20	75,10	0,915	0,97	0,06	1,67	15,80	17,29	6,48	76,24	LSA	
5_4	69	0-20	7,45	6,86	55,16	1,141	0,88	0,05	1,51	16,23	18,60	5,54	75,87	LSA	
5_5	70	0-20	7,75	7,09	70,58	1,038	0,97	0,08	1,66	12,30	15,89	4,73	79,38	LSA	

## 2.1.2. Les ressources hydriques

Les régions de la zone centre du pays se caractérisent par leur aréisme. Outre les entités hydrauliques à écoulement temporaire inégalement réparties sur la zone. Le Sine-Saloum et le Car-Car constituent les principaux systèmes hydrologiques à écoulement permanent. L'essentiel des ressources hydriques de la zone est constitué d'eau souterraine.

Le Sénégal possède différents types de nappes, en étroite relation avec les unités litho-stratigraphiques du bassin sédimentaire sénégalais. Les différentes couches aquifères, de ce complexe géologique, sont décrites par plusieurs études et ont fait, récemment, l'objet d'une synthèse exhaustive par la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau du Sénégal (DGPPE, 2014).

Le réseau hydrologique est composé de cours temporaires, d'étangs d'eau, notamment dans les zones humides et de quelques cours d'eau permanents, notamment dans la région de Fatick (carte 4)

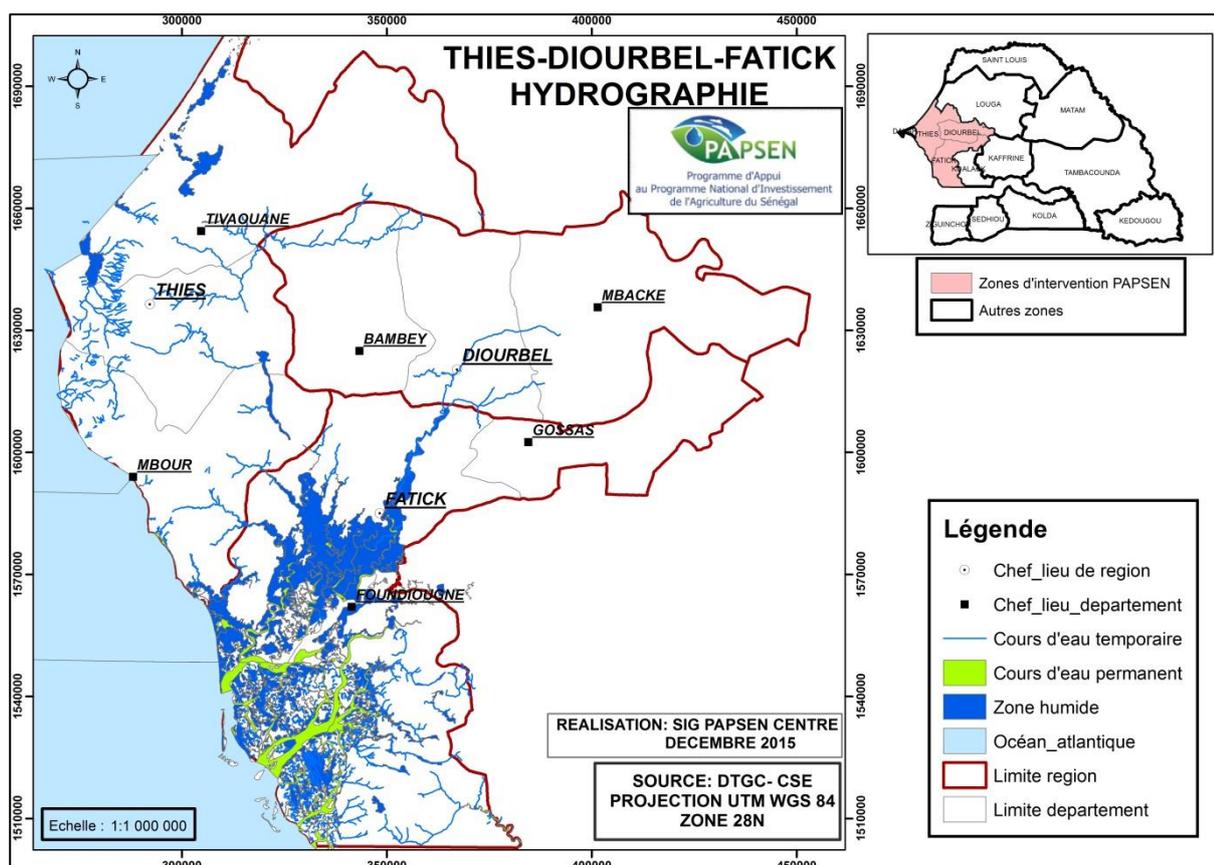


Figure 1 : Réseau hydrographique dans la zone d'intervention du PAPSEN au Centre du Sénégal

Dans la région de Thiès, il se pose essentiellement le problème de salinité d'eau de forage captant le maastrichtien et le paléocène dans les CR de la zone sud : Ndiaganiao, Ngueniène, Fissel, Sessene.

Les nappes souterraines sont celle des sables du littoral Nord et celle du Paléocène. L'eau est relativement de bonne qualité. Il en est de même pour les nappes superficielles avec une salinité inférieure 0,3 g/l mais contient souvent des excès de fer (PRDI, 2002).

L'hydraulique rurale est essentiellement gérée par la Division Régionale de l'Hydraulique (DRH) de Thiès, en collaboration avec certains ONGs locales. Les forages sont inégalement repartis au niveau des départements de Thiès (30), Mbour (25) et Tivaouane (50) en 2008.

La région de Diourbel dispose principalement de ressources hydriques constituées d'eaux souterraines. De profondeur et de qualité variables, celles-ci constituent la seule source d'approvisionnement des populations et du cheptel. Il existe principalement trois nappes au niveau de la région (DGPRES, 2011) :

- ✓ Le Luthétien: avec une profondeur de 20 à 95 m, elle est rencontrée dans l'arrondissement de Lambaye.
- ✓ Le Paléocène est capté entre 104 et 280 m. La qualité de son eau va du médiocre au mauvais avec une teneur en sel dépassant 1,5 g/l et plus de 1mg/l pour le fluor. Elle est impropre à toute utilisation. Elle est localisée dans l'arrondissement de Ngoye (Bambey).
- ✓ Le Maestrichtien, capté entre 240 et 349 m, intéresse la totalité de la région. La qualité de son eau est généralement bonne pour la consommation de l'homme et des animaux. Il intéresse particulièrement les arrondissements de Ndindy, Kael et Ndamé.

La région ne dispose pas d'eaux de surface pérenne et les vallées fossiles du Sine et du Car-Car n'arrivent plus à stocker l'eau de pluie. Les ressources en eau de surface sont pour l'essentiel constituées de mares temporaires qui sont mises en eau pendant la saison des pluies. Entre 2001 et 2005, neuf bassins de rétention (Tableau 1) ont été aménagés pour améliorer les potentialités de la région en eau de surface. Ces entités hydrauliques contribuent fortement au développement du maraîchage et de l'élevage. Cependant, l'ensablement des bassins, le déficit pluviométrique et le défaut d'entretien constituent des entraves pour la préservation de la ressource stockée.

L'hydraulique rurale est gérée par les brigades régionales et départementales des puits et forages. Selon les statistiques de la Division Régionale de l'Hydraulique, 127 forages fonctionnels fournissent l'eau à la région (Tableau 2). Ces forages, dont plus de la moitié est localisée dans le département de Mbacké (54,32%) fournissent 74,25% de la production régionale. Pour garantir l'accès à l'eau potable aux populations de la région, la division régionale de l'hydraulique, en collaboration avec ses partenaires, a installé un total de 902 puits (Tableau 4). Le département de Bambey a accueilli 52,9% des puits, suivi de Diourbel (34,7%) et de Mbacké (12,4%).

Dans la région de Fatick, les principaux cours d'eaux pérennes sont le Sine et le Saloum ainsi que leurs affluents. Malgré leur importance, le Saloum (120 km) et le Sine (30 km) ne peuvent pas garantir une mise en valeur agricole viable à cause du biseau salé.

Au niveau du département de Foundiougne, les affluents du Saloum et de la Gambie constituent de remarquables réserves d'eau douce. Il s'agit essentiellement du Bandiala, du Soundougou, du Nianing-Bolong et du Diomboss.

Les cours d'eau temporaires sont constitués essentiellement de marigots et de mares souvent précaires et tributaires des pluies d'hivernage. Les plus importants sont les marigots de Ndangane, de Faoye, de Ndiosmone et de Mbissel. Il est à signaler également l'existence de la vallée morte du Sine, de plusieurs marigots et bolongs dans le département de Foundiougne.

Les eaux souterraines sont constituées de nappes Maestrichtienne, Paléocène, l'Eocène et du continental terminal. Dans la région de Fatick, une majorité de forages fournissent une eau au-dessus des limites fixées par l'OMS (sel : 1,5 g/litre ; fluor: 0,7-1,5 mg/litre). Seule la nappe du continental terminal localisée au niveau du département de Foundiougne est de bonne qualité avec de bons débits à l'est et au sud du département. Le Maastrichtien capté par les forages subit l'influence du biseau salé ou est accidentellement contaminé par la nappe du paléocène qui est excessivement salée (Wetlands, 2007)

L'hydraulique rurale est gérée, en collaboration avec des partenaires privés, par les brigades des puits et forages sous l'autorité des divisions régionales. En 2010, sur 114 forages, 39 sont gérés par le CARITAS et les 75 forages restants sont gérés par les services de l'Hydraulique. Au total, 109 sont fonctionnels, soit un taux de disponibilité de 96% (ANSD, 2011). La région de Fatick est cependant confrontée à un problème de la qualité de l'eau. En effet, à l'ouest de la ligne Niakhar-Sokone, toute la ressource disponible est impropre à la consommation avec des taux de charge en fluor supérieurs aux normes recommandées par OMS.

### 2.1.3. Les conditions climatiques

La zone Centre se situe entre la zone sahélienne au Nord et la zone nord soudanienne au Sud. Elle est limitée au nord par l'isohyète 500 mm, épousant approximativement la ligne Bakel-Mbour. Ces deux zones peuvent chacune être divisées en deux domaines climatiques en fonction de l'isotherme moyen du Sénégal (27,6°C) représentant la ligne de la discontinuité d'alizé. Ainsi, nous pouvons distinguer d'une part, le domaine sahélien côtier et le domaine nord soudanien côtier et d'autre part, le domaine sahélien continental et le domaine nord soudanien continental (Sagna, 2008).

La région de Diourbel est entièrement comprise dans le domaine sahélien continental, ainsi que toute la partie Est de la région de Thiès et la partie Nord-Est de Fatick. C'est un domaine caractérisé par une forte présence de l'alizé continental qui souffle pendant neuf mois. La période hivernale est relativement fraîche, notamment la nuit. Les températures sont élevées avec un maximum en mai ou en juin. Les précipitations sont faibles avec au total deux mois de pluies supérieures à 100 mm.

Les parties Ouest et Nord de la région de Thiès s'insèrent exclusivement dans le domaine climatique sahélien côtier. Il couvre la zone des Niayes et les principales zones de cultures maraichères. La forte présence de l'alizé maritime ainsi que les influences de l'océan adoucissent les températures dont les amplitudes sont plus faibles que les domaines continentaux. La période hivernale est très fraîche avec parfois des précipitations liées aux invasions d'air polaire. L'humidité est très forte, mais les précipitations estivales sont faibles à cause des conditions pluviométriques défavorables.

Le domaine nord soudanien côtier couvre toute la partie Ouest de la région de Fatick ainsi que la partie Sud-ouest de Thiès. C'est un domaine qui subit fortement les influences de l'Océan Atlantique. Les brises marines et l'alizé maritime atténuent les températures notamment en fin d'après-midi. Le maximum de température intervient en octobre. La saison pluvieuse s'étend de juin à octobre avec une présence de la mousson.

Le domaine nord soudanien continental concerne la partie Est de la région de Fatick. Les températures sont relativement élevées en saison sèche avec le dynamisme de l'alizé continental. Les précipitations entraînent un rafraîchissement marqué des températures au cœur de la saison pluvieuse. Ce domaine enregistre une saison fraîche en hiver, suivie d'une saison chaude et sèche avant les pluies, une saison pluvieuse et rafraîchie pendant l'hivernage, et une saison chaude et humide après les pluies.

La variabilité et le changement climatique constituent une contrainte abiotique majeure à la durabilité de l'activité maraîchère dans la zone centre. En effet, la plupart des cultures horticoles sont sensibles

à certains niveau de températures qui compromettent leur développement jusqu'à maturité. Or, selon les études de Bacci et *al.* (2013), la plupart des modèles climatiques utilisés prévoient une hausse de la température de l'air dans le futur.

C'est ainsi que les scénarii de changement climatique RCP 4.5 et RCP 8.5 sont utilisés pour déterminer le niveau de température à l'horizon 2028 dans la zone centre du PAPSEN. Cet indicateur permet de mesurer l'adaptabilité aux conditions climatiques futures des principales cultures maraîchères actuellement pratiquées dans la zone du PAPSEN Centre.

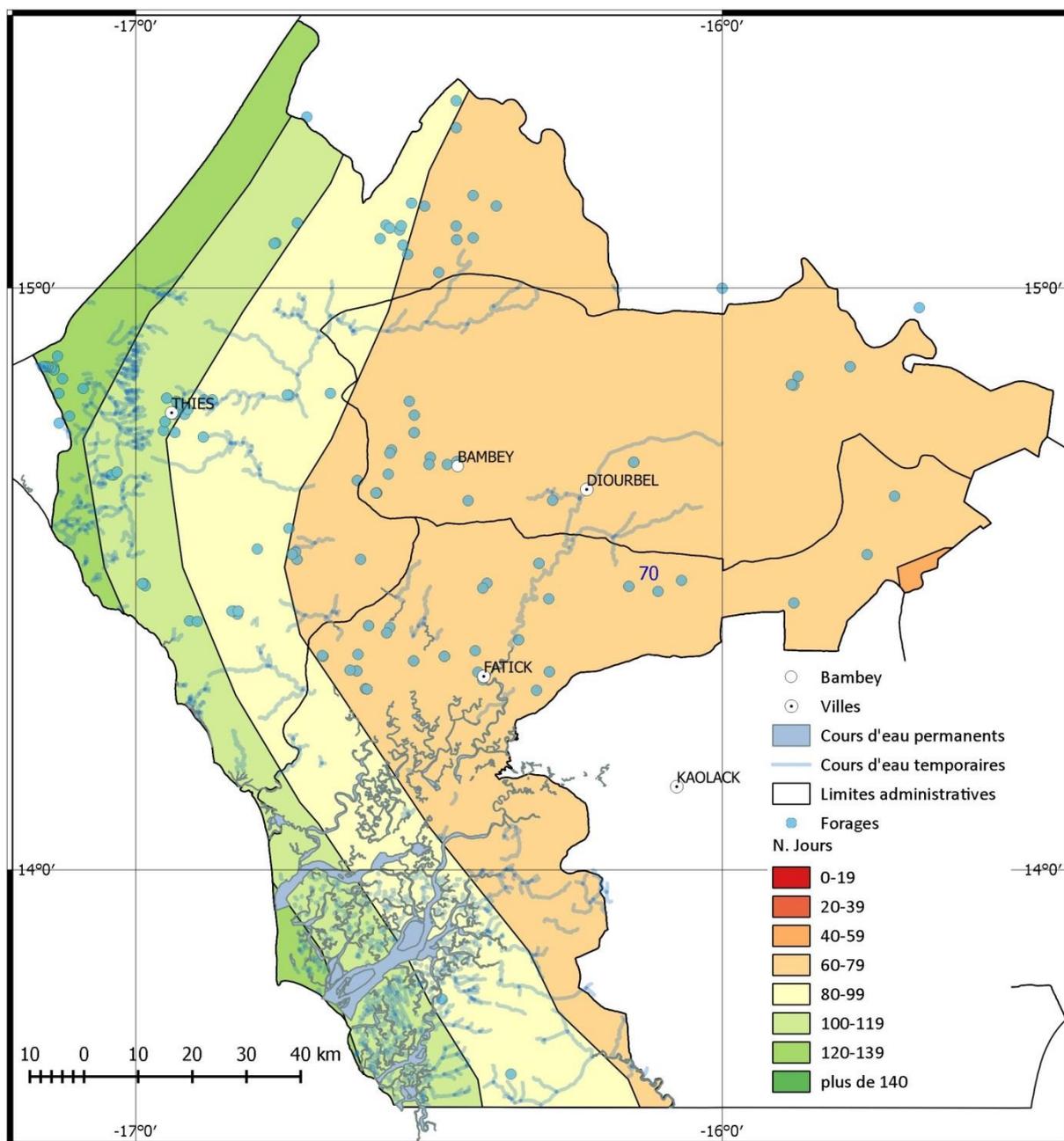
Les résultats sont donnés pour chacun des deux scénarii de changement climatique (RCP4.2 et RCP 8.5), en considérant les seuils thermiques critiques des différentes cultures.

Les cartes 3, 4, 5 et 6 montrent le zonage agro-climatique des cultures horticoles dans un contexte de changement climatique avec le scénario optimiste (RCP 4.5).

Le nombre de jours avec des températures comprises entre 22°C et 28°C (températures optimales des principales cultures maraîchères dans la zone du PAPSEN Centre), est élevé dans la frange côtière des régions de Thiès et Fatick. Les cultures pourront se développer dans cette zone de manière optimale, mais aussi dans toute la région de Thiès et le sud-est de la région de Fatick (carte 3).

La région de Diourbel présente des potentialités moindres du point de vue thermique, pour un développement optimal des cultures maraîchères, surtout la tomate et le poivron qui requièrent des températures plus basses pour une meilleure productivité.

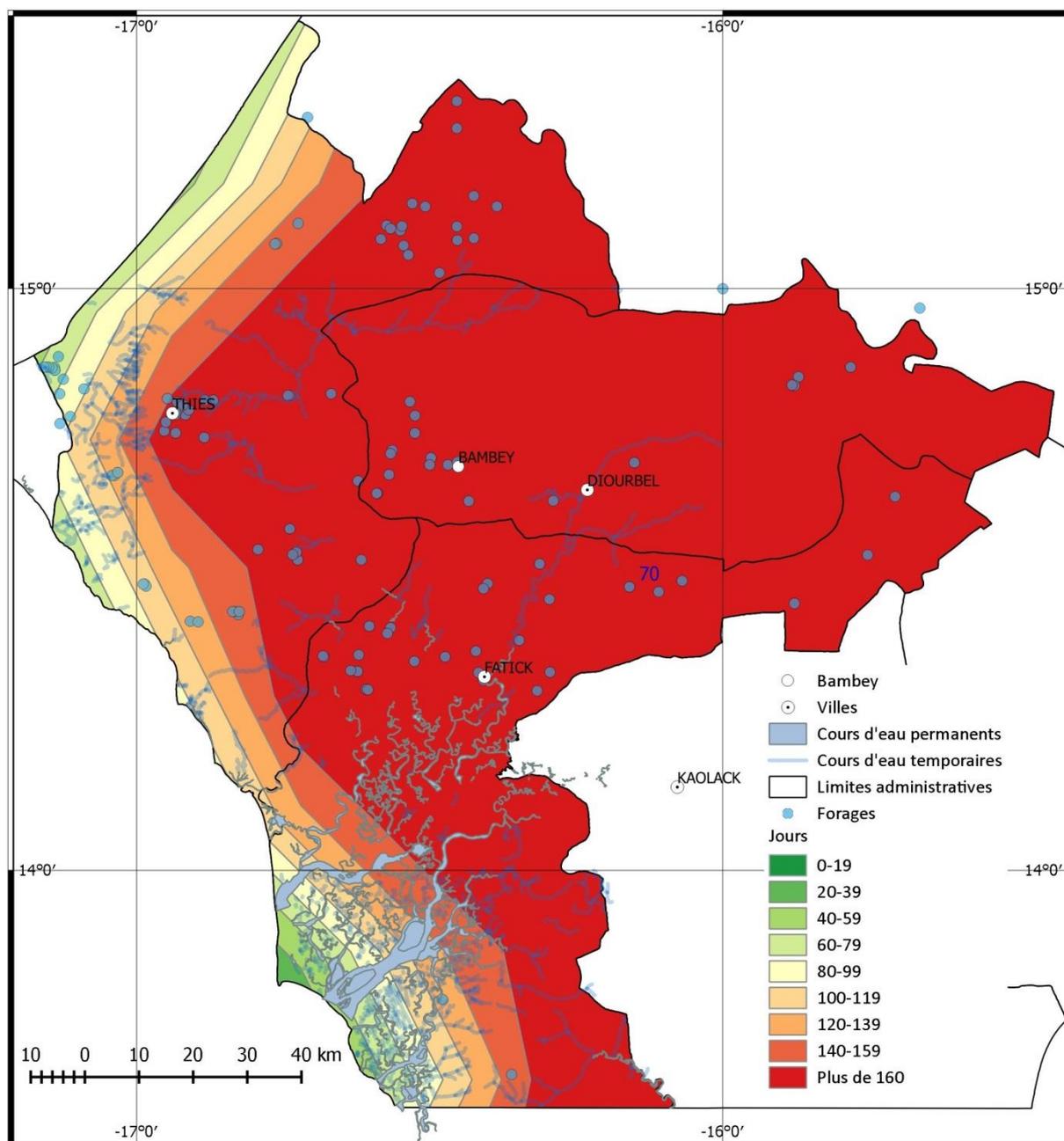
## N. Jours avec T moyenne compris entre 22 et 28 °C - RCP 45



Carte 3 : Répartition des nombres de jours avec une température entre 22°C et 28°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5

En analysant la carte 4, seuls le chou pommé et la tomate seront soumis à des contraintes thermiques, car le nombre de jours dépassant le maximum thermique tolérable par ces cultures sera partout élevé, mis à part la frange cotière des régions de Thiès et de Fatick où on peut observer jusqu'à 20 jours avec plus de 30°C (carte 4). Cela est valable pour la pomme de terre, la tomate et l'aubergine.

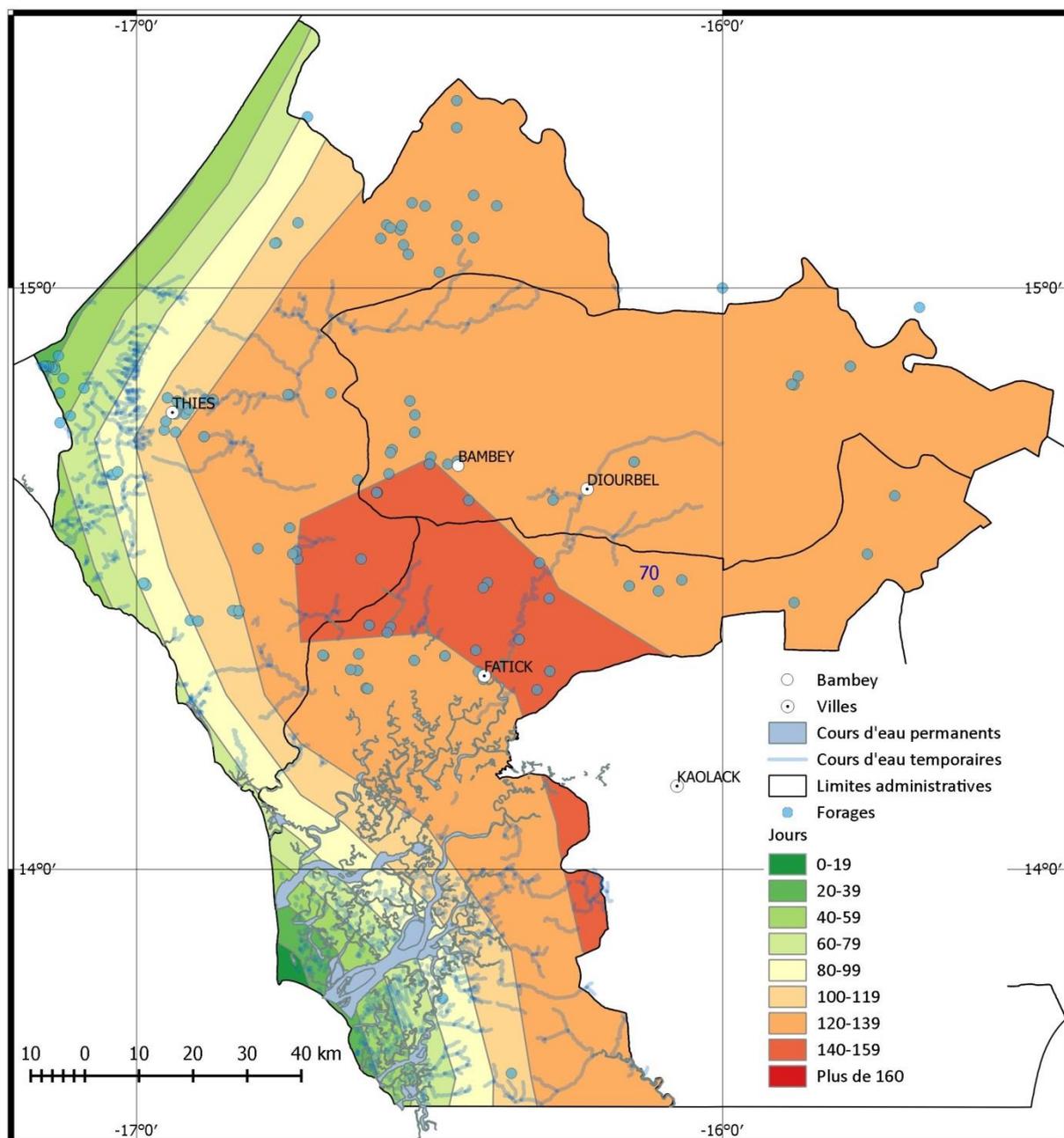
## N. Jours avec T max supérieur à 30° C - RCP 45



Carte 4 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 30°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5

Considérant le nombre de jours dépassant 35°C, toute la zone du PAPSEN Centre présenterait des contraintes thermiques pour l'ensemble des cultures maraîchères répertoriées. Une faible frange côtière des régions de Thiès et de Fatick aura un réel potentiel thermique pour ces cultures, avec moins de 20 jours à plus de 35°C (carte 5).

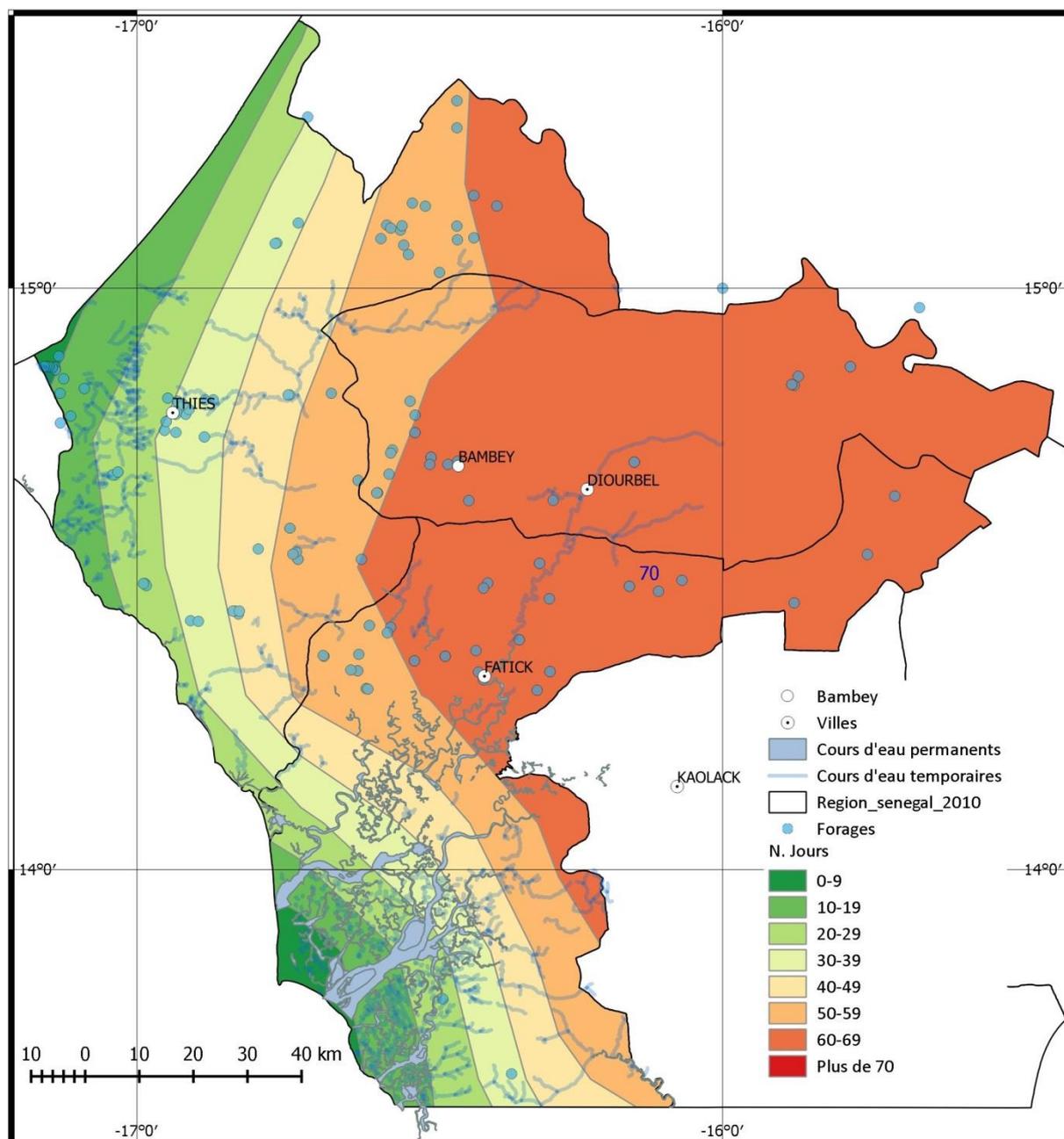
## N. Jours avec T max supérieur à 35° C - RCP 45



Carte 5 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 35°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5

Le melon qui a une limite thermique de 40°C sera seule à être soumis à des risques thermiques à l'horizon 2028 dans la région de Diourbel, la moitié Nord-Est de la région de Fatick et l'Est de la région de Thiès (carte 6).

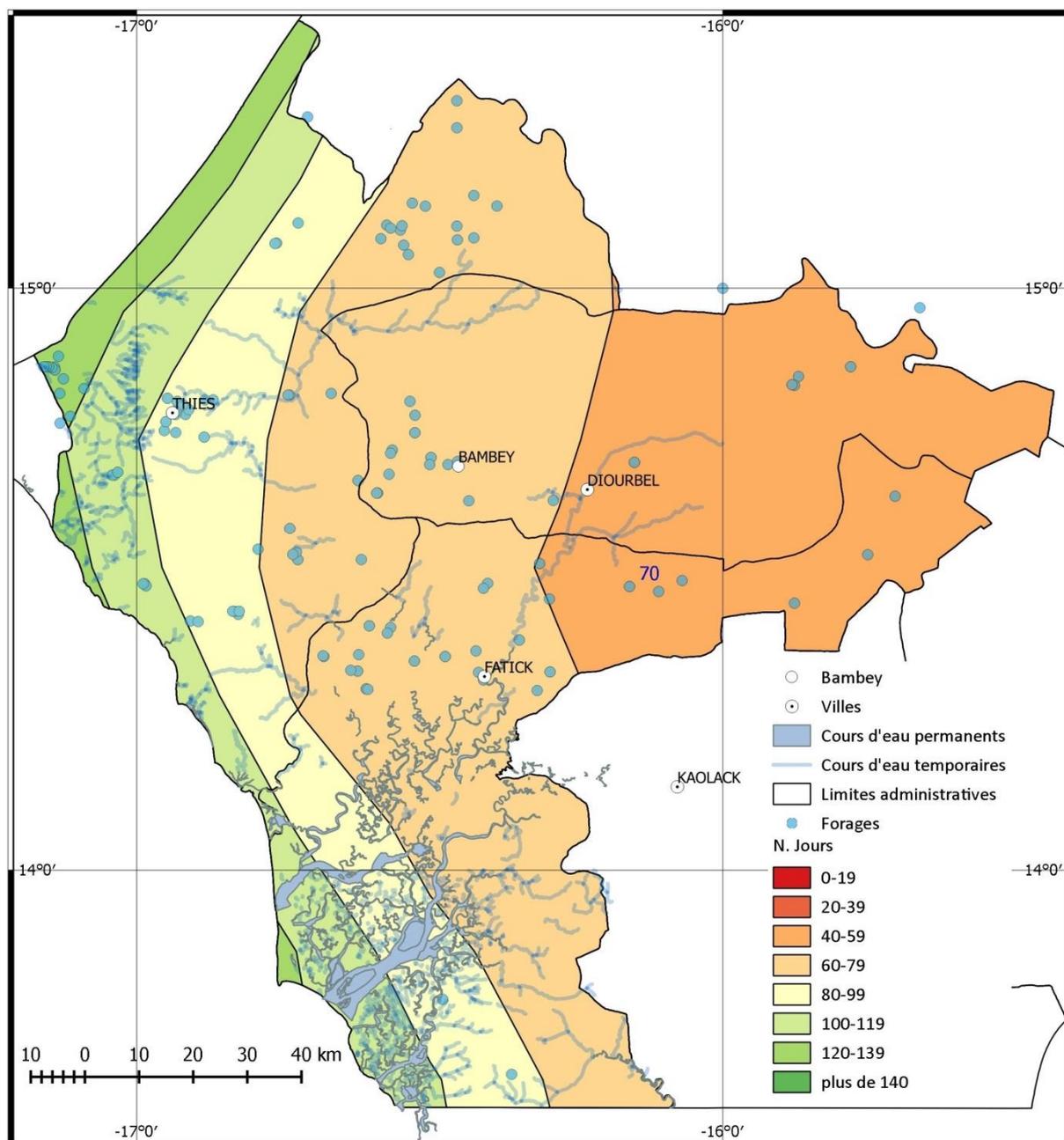
## N. Jours avec T max supérieur à 40° C - RCP 45



Carte 6 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 40°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 4.5

Pour le scénario pessimiste (RCP 8.5), la carte 7 montre qu'à l'horizon 2028, le plus grand nombre de jours ayant des températures optimales (22°C- 28°C) est observé sur la moitié Ouest des régions de Thiès et de Fatick.

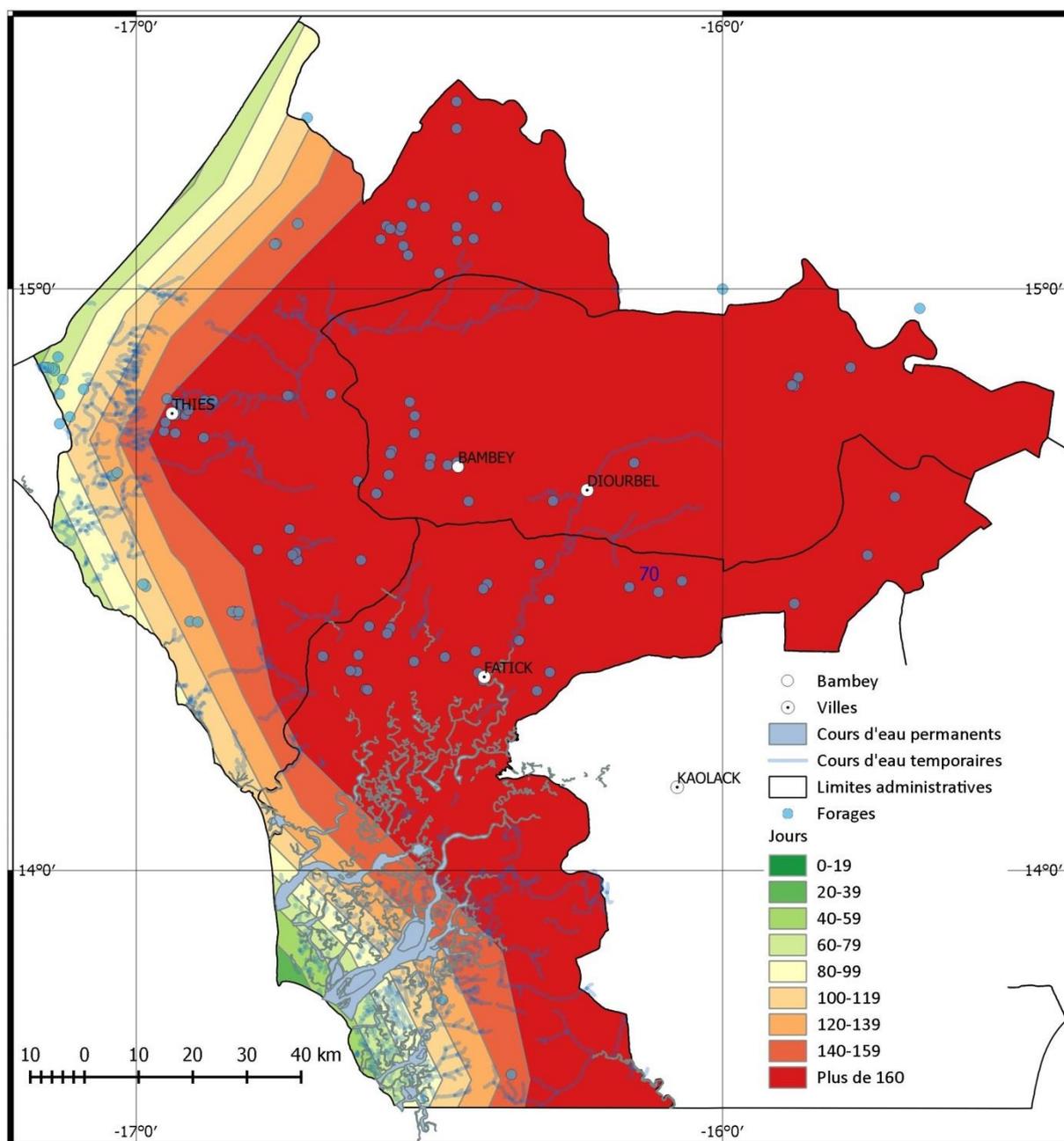
## N. Jours avec T moyenne compris entre 22 et 28 °C - RCP 85



Carte 7 : Répartition des nombres de jours avec une température entre 22°C et 28°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5

Concernant les cultures pour lesquelles des températures supérieures à 30°C limitent la productivité (choux pommé, tomate et aubergine), leur zone de développement potentiel se situerait sur la frange côtière de la région de Thiès et l'extrême sud-ouest de la région de Fatick (carte 8). Les conditions thermiques sont très défavorables aux cultures horticoles dans la région de Diourbel et les parties continentales des régions de Thiès et de Fatick. Les autres cultures (oignons, poivron, melon et piment) pourront se développer sur des espaces légèrement plus à l'est de cette limite.

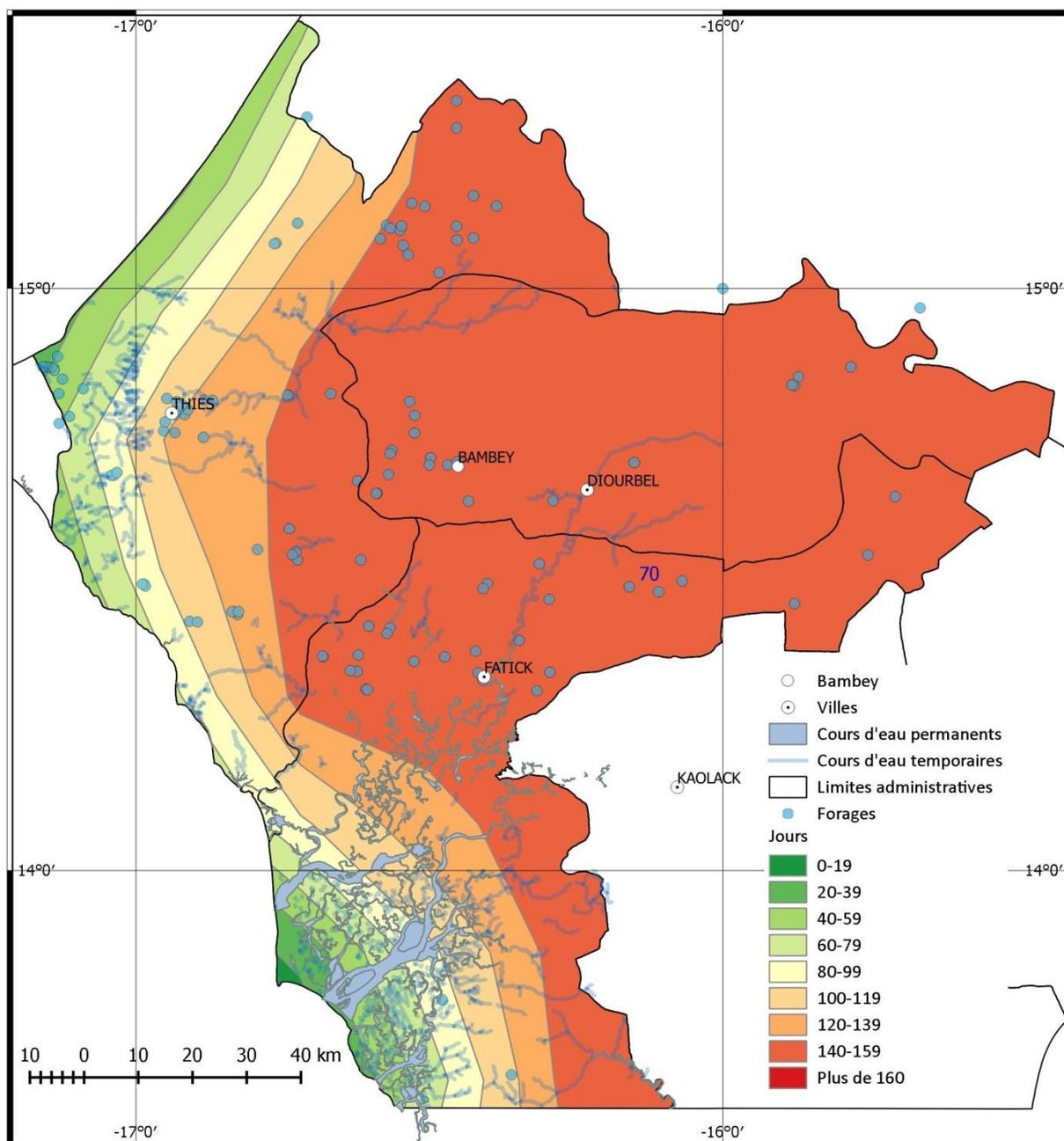
## N. Jours avec T max supérieur à 30° C - RCP 85



Carte 8 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 30°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5

Sur la carte 9, les cultures maraîchères pouvant tolérer jusqu'au 35°C ont des zones potentielles de développement plus larges vers l'Est (piment, aubergine, oignon, poivron, tomate et chou pommé). Le melon disposent de conditions thermiques favorables sur toute la zone.

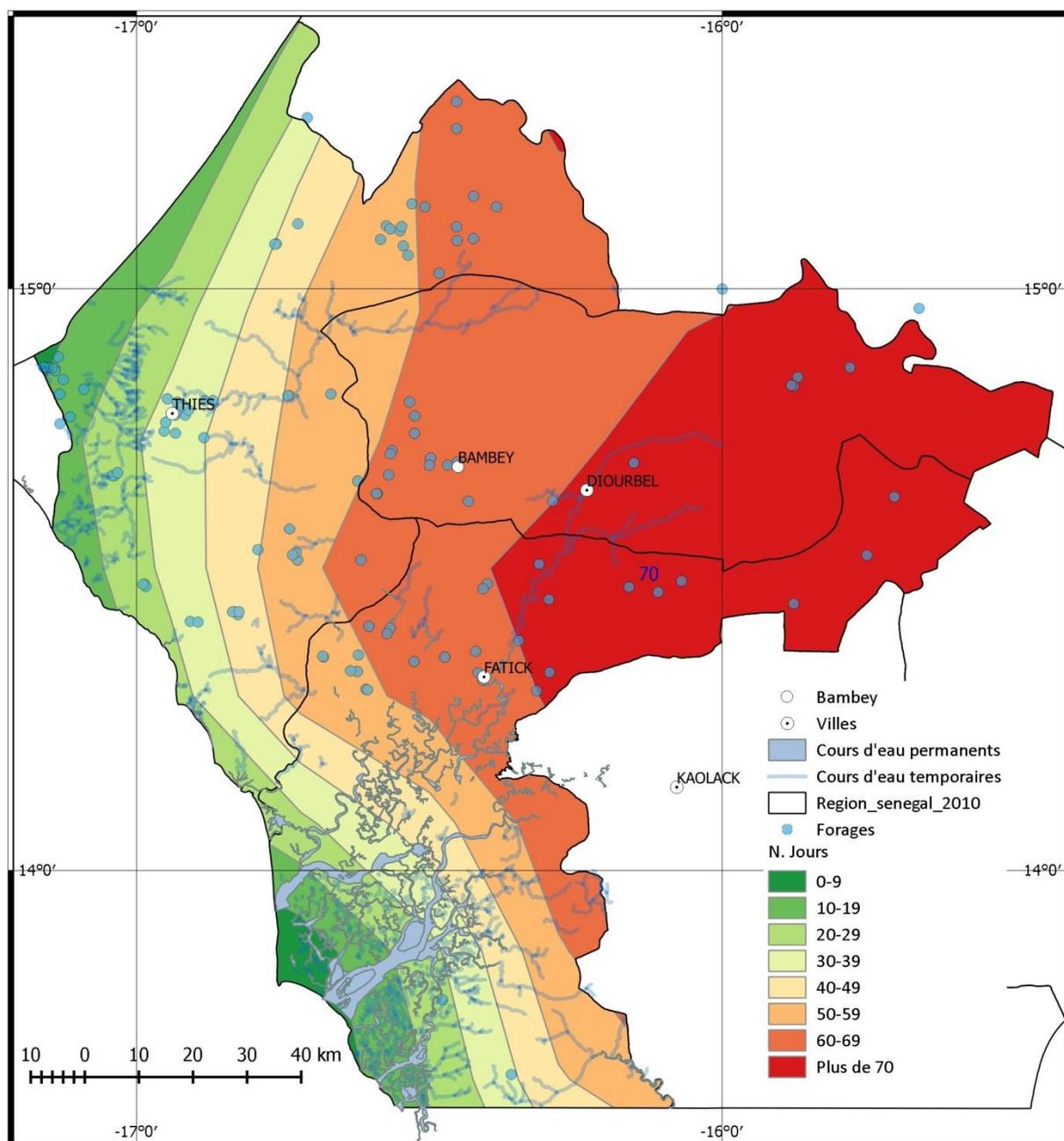
## N. Jours avec T max supérieur à 35° C - RCP 85



Carte 9 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 35°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5

Considérant le nombre de jours ayant des températures supérieures à 40°C, le melon qui a un seuil seuil thermique plus élevé serait confiné au sud-ouest de Fatick et sur la frange littorale de la région de Thiès.

## N. Jours avec T max supérieur à 40° C - RCP 45



Carte 10 : Répartition des nombres de jours avec une température dépassant 40°C dans le centre du Sénégal à l'horizon 2028 avec le scénario RCP 8.5

## 6. Conclusion

---

En conclusion, le réchauffement climatique aura des impacts sur les zones potentielles de développement des cultures maraîchères dans les régions de Thiès, Diourbel et Fatick. Les espaces les plus favorables sont localisés sur la zone littorale pour les deux scénarii de changement. Les cultures de melon, de pomme de terre, de poivron et de piment seraient plus durables dans la zone du PAPSEN Centre, par rapport aux augmentations de températures. Les cultures de tomate, de chou pommé et d'aubergine seront plus sensibles aux augmentations de températures, avec des zones potentiellement confinées sur le littorale des régions de Thiès et de Fatick.

## 7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ANSD.**, 2009. Situation Economique et Sociale de la région de Diourbel. Service Régional de Diourbel, Ministère de l'Economie et des Finances, République du Sénégal, 157 pages.
- ANSD.**, 2009. Situation Economique et Sociale de la région de Thiès. Comité Régional de Suivi de l'Elaboration de la Situation Economique et Sociale, Ministère de l'Economie et des Finances, République du Sénégal, 194 pages.
- ANSD.**, 2011. Situation Economique et Sociale de la région de Fatick. Service Régional de la Statistique et de la Démographie, Ministère de l'Economie et des Finances, République du Sénégal, 121 pages.
- Beniest J. et al.**, 1987). Guide pratique du maraîchage au Sénégal. CDH, ISRA, FAO, Clairafrique, Dakar, cahier d'information n°1, 144 p.
- Broutin C. et al.**, 2005. Le maraîchage face aux contraintes et opportunités de l'expansion urbaine. Le cas de Thiès/Fandène (Sénégal). Ecocité. 41 p
- CDH.**, 1992. Liste de variétés maraîchères recommandées pour la culture au Sénégal 1995-1996, Dakar, Sénégal, ISRA.CDH, 64 pages.
- CDH.**, 1995. Liste des variétés maraîchères recommandées pour la culture au Sénégal. ISRA, Projet FAO, GCP/SEN/033/BEL. 66 p.
- Charreau C., Fauck R.**, 1965. Les sols du Sénégal. Etudes sénégalaises n°9, Fascicule 3, CRDS, Saint Louis, Sénégal, 49 p.
- Cissé I.**, 2000. Utilisation des pesticides dans le système de production horticole dans la zone des Niayes : les produits et leurs impacts sur la nappe phréatique. Thèse de Doctorat troisième cycle de Géographie, 187 p + annexes.
- Collingwood E.F et al.**, 1984. Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal. CDH, Dakar, 95 p.
- DGPRE.**, 2011. Etude du projet de mise en œuvre du Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau du Sénégal. Amélioration des connaissances sur les ressources en eau du Sénégal, Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, Sénégal, Rapport final, 251 pages.
- DGPRE.**, 2013. Etude d'Evaluation et de Suivi des Ressources en Eau de Surface. Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le Bassin Arachidier (PAGIRE-BA), Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, Sénégal, 118 pages.
- DGPRE.**, 2014. Etude d'Evaluation et de Suivi des Ressources en Eau de Surface. Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le Bassin Arachidier (PAGIRE-BA), Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, Sénégal, Rapport final, 367 pages.
- Duterutre G., Dieye P.N.**, 2008. Les organisations interprofessionnelles agricoles au Sénégal : De nouveaux outils de régulations des marchés ? Bureau d'analyses macro-économique, ISRA-Bambey, 192 pages.
- FAD**, 2003 : Projet d'appui à la petite irrigation locale. Rapport d'évaluation, 55 p.

**ISRA.**, 1992. Réflexions et Perspectives : Quelques mesures de relance pour le secteur maraîcher sénégalais. Direction de Recherches sur les Systèmes Agraires et l'Economie Agricole, 20 pages.

**Kayser B.**, 1967. Paul Pélissier, Les paysans du Sénégal. In: Tiers-Monde, tome 8, n°32, 1967. L'Espagne à l'heure du développement. pp. 1217-1218

**Kurukulasuriya P., R. Mendelsohn, R. Hassan, J. Benhin, T. Deressa, M. Diop, H M. Eid, K. Y. Fosu, G. Gbetibouo, S. Jain, A. Mahamadou, R. Mano, J. Kabubo-Mariara, S. El-Marsafawy, E. Molua, S. Ouda, M. Ouedraogo, I. Sene, D. Maddison, S. Niggol Seo, A. Dinar, 2006.** Will African Agriculture Survive Climate Change ? The World Bank Economic Review. 22 p.

**PAPSEN.**, 2015. Etude préliminaire sur l'horticulture dans les régions de Thiès, Diourbel et Factick, Rapport n°01 mai 2015.

**PAPSEN.**, 2013. Exploitations horticoles avec irrigation goutte à goutte dans le Bassin Arachidier, Rapport n°5 novembre 2013, 133 pages.

**Pélissier P.**, 1966 : Les paysans du Sénégal : les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. St Yrieix, 944 p.

**PRDI.**, 2002. Plan Régional de Développement Intégré de Thiès : République du Sénégal, Conseil Régional de Thiès, 70 pages.

**PRDI.**, 2008 : Plan Régional de Développement Intégré (PRDI) horizon 2008-2012. Volume 1 : Rapport bilan diagnostic. République du Sénégal, Conseil Régional de Diourbel. SENAGROSOL-CONSULT, 100 pages.

**CDH**, 1992 : Liste varietale d'especes maraicheres pour la culture au Senegal . Dakar, Senegal,ISRA.CDH, 64 pages.

**Wade C.S.**, 2003. L'utilisation des pesticides dans l'agriculture périurbaine et son impact sur l'environnement. Etude menée dans la région de Thiès. Thèse de Pharmacie, UCAD.

**World Bank Group**, 2014 : Situation économique du Sénégal. Apprendre du passé pour un avenir meilleur. 50 p.

[https://www.facebook.com/anidactu/info?fref=ps\\_result&tab=page\\_info](https://www.facebook.com/anidactu/info?fref=ps_result&tab=page_info)

<http://www.dgpre.gouv.sn/content/les-eaux-souterraines>

<http://www.au-senegal.com/l-agriculture-senegalaise,359.html>